

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
PROYECTO FIN DE CARRERA
TITULACIÓN
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

INSTALACIÓN DE ASCENSOR PARA EDIFICIO
RESIDENCIAL DE CUATRO ALTURAS



DESARROLLADO POR LUIS MIGUEL NUNES SERRARIO DIAS

TUTORES:

CAROLINA ÁLVAREZ CALDAS

JOSE ANTONIO CALVO

06/07/2015

DEDICATORIA

Te lo dedico a ti Camila, por todo lo que has hecho por mí y por todo lo que me has insistido y ayudado para llevar a buen puerto esta pequeña gesta. Gracias por apoyarme, por creer en mí, por hacerte cargo de todo para que tuviese tiempo para estudiar y escribir, gracias por ser quien eres. Y gracias por querer que esto termine, casi tanto como yo.

Y a ti Marina!! Que ya voy a tener tiempo para estar contigo!!!

AGRADECIMIENTOS

A todos los que han hecho posible que esto suceda, mis profesores, mis compañeros, en especial Jesús Martínez que tanto me ayudó en la carrera, a mis jefes en Carrefour que siempre me facilitaron las cosas para poder presentarme a los exámenes año tras año, a mis amigos que tanto me insistieron y motivaron, y a mis tutores que estuvieron allí cuando más les necesitaba. A todos gracias por una etapa hermosa que concluye tarde, pero concluye, y que abre el camino para nuevos y desafiantes retos.

Índice

1.	Introducción.....	16
2.	Objetivos.....	17
3.	Teoría y estado del arte	18
3.1.1.	Descripción del entorno del problema.....	18
3.1.2.	Situación actual	18
3.2.	Legislación	19
3.3.	Viabilidad Económica y Social:	19
3.4.	Ubicación del ascensor.....	19
3.4.1.	Objetivos para la elección de la ubicación	20
3.4.2.	Restricciones.....	20
3.4.3.	Viabilidad Técnica:.....	20
3.5.	Tipologías de ubicación de ascensores en edificios construidos	21
3.5.1.	Corralas.....	21
3.5.2.	Por hueco de escalera	21
3.5.3.	Por Fachada	22
3.5.3.1.	fachada que linda con Zonas comunes a la altura de las viviendas.....	22
3.5.3.2.	la fachada no linda con Zonas comunes a la altura de las viviendas.....	23
3.6.	Tipos de Ascensores	23
3.6.1.	Ascensores eléctricos	24
3.6.1.1.	Grupo Tractor:	25
3.6.1.1.1.	Motor	25
3.6.1.1.1.1.	MOTOR CON REDUCTOR.....	25
3.6.1.1.1.2.	Motores Gearless (Sin reductor):	28
3.6.1.1.2.	Freno	29
3.6.1.1.3.	Polea de tracción.....	30
3.6.1.2.	Circuito de elevación:	31
3.6.1.2.1.	Cabina.....	31
3.6.1.2.2.	Contrapeso	32
3.6.1.2.3.	Cables de tracción	32
3.6.1.3.	Circuito de limitador de velocidad:.....	33
3.6.1.3.1.	Limitador de velocidad.....	33

3.6.1.3.2.	Mecanismo paracaídas.....	34
3.6.1.4.	Instalación fija:.....	41
3.6.1.4.1.	Hueco	41
3.6.1.4.2.	Guías.....	41
3.6.1.4.3.	Amortiguadores	42
3.6.1.4.4.	Cuarto de máquinas	43
3.6.1.4.5.	Foso	44
3.6.1.4.6.	Sistema de suspensión y polea de desvío	45
3.6.1.5.	Ventajas e inconvenientes de los ascensores eléctricos	46
3.6.2.	Ascensores hidráulicos	46
3.6.2.1.	Central hidráulica o grupo impulsor hidráulico	47
3.6.2.2.	Conjunto cilindro-pistón hidráulico	49
3.6.2.3.	Conducciones para el aceite	50
3.6.2.4.	Ventajas e inconvenientes de los ascensores hidráulicos	51
4.	Capítulos dedicados al desarrollo del proyecto.....	52
4.1.	Dimensiones de cabina	52
4.2.	Carga	53
4.3.	Capacidad	54
4.4.	Peso de la cabina.....	55
4.5.	Dimensiones de hueco.....	56
4.5.1.	holguras entre elementos móviles y fijos.....	56
4.6.	Cálculo de Cargas	58
4.7.	Cálculo del contrapeso.....	59
4.8.	Cálculo de las Guías.....	60
4.8.1.	Tipos de esfuerzos que se deben calcular	60
4.8.1.1.	Esfuerzo de flexión.....	61
4.8.1.2.	Esfuerzo de pandeo	63
4.8.1.2.1.	El valor omega (ω).....	64
4.8.1.3.	Esfuerzos combinados	67
4.8.1.4.	Torsión de la base	67
4.8.1.5.	Flechas	67
4.8.1.6.	Esfuerzos y flechas admisibles.....	68
4.8.2.	Casos en que se evalúan esfuerzos	70

4.8.2.1.	Descentrado de la carga nominal Q.....	70
4.8.2.1.1.	Configuración de cabina para el análisis de guías.....	71
4.8.3.	Cálculo del esfuerzo de flexión cuando actúa el dispositivo de seguridad ...	74
4.8.4.	Cálculo de los esfuerzos de pandeo cuando actúa el dispositivo de seguridad	74
4.8.5.	Cálculo de los esfuerzos combinados cuando actúa el dispositivo de seguridad	74
4.8.6.	Calculo de la torsión de LA BASE cuando actúa el dispositivo de seguridad	75
4.8.7.	Calculo de las flechas cuando actúa el dispositivo de seguridad	75
4.8.8.	Calculo de los esfuerzos de flexión en funcionamiento normal	76
4.8.9.	Calculo de los esfuerzos de pandeo en funcionamiento normal	76
4.8.10.	Calculo de los esfuerzos combinados en funcionamiento normal.....	76
4.8.11.	Calculo de la torsión de LA BASE en funcionamiento normal	77
4.8.12.	Calculo de las flechas en funcionamiento normal.....	77
4.8.13.	Calculo de los esfuerzos de flexión durante carga y descarga	77
4.8.14.	Calculo de los esfuerzos de pandeo durante carga y descarga.....	77
4.8.15.	Calculo de los esfuerzos combinados durante carga y descarga	78
4.8.16.	Calculo de la torsión de LA BASE durante carga y descarga.....	78
4.8.17.	Calculo de las flechas durante carga y descarga	78
4.8.18.	Datos para el cálculo de las guías	79
4.8.19.	Resultados	80
4.9.	Cálculo de amortiguadores	83
4.10.	Cálculo de los cables de tracción.....	91
4.10.1.	Normativa y requerimientos	91
4.10.2.	Relación entre diámetro primitivo de las poleas y diámetro de los cables ..	92
4.10.3.	Evaluación del factor de seguridad de los cables	93
4.10.4.	evaluación de la tracción	95
4.10.4.1.	Cálculo de las tensiones $T1$ y $T2$	97
4.10.4.1.1.	Condición de carga en cabina	97
4.10.4.1.2.	Condición de frenado de emergencia	100
4.10.4.1.2.1.	Cabina con carga nominal	100
4.10.4.1.2.2.	Cabina vacía.....	101
4.10.4.1.2.3.	Condición de cabina retenida en el hueco.....	102

4.11.	CALCULO DEL MOTOR	104
4.12.	CALCULO DE LA ESTRUCTURA	106
4.12.1.	Propiedades Físicas de la estructura	106
4.12.2.	Materiales empleados	106
4.12.3.	Secciones transversales de vigas DIN IPB 120	108
4.12.4.	Secciones transversales de vigas DIN IPB 200	108
4.12.5.	Secciones transversales de TUBO ESTRUCTURAL DIN 100x100x6.3	108
4.12.6.	UBICACIÓN DE las fuerzas	110
4.12.6.1.	Fuerza:1.....	110
4.12.6.2.	Fuerza:2.....	111
4.12.6.3.	Fuerza:3.....	112
4.12.6.4.	Fuerza:4.....	113
4.12.6.5.	Fuerza:5.....	114
4.12.6.6.	Fuerza:6.....	115
4.12.6.7.	Fuerza:7.....	116
4.12.6.8.	Fuerza:8.....	117
4.12.6.9.	Fuerza:9.....	118
4.12.6.10.	Fuerza:10.....	119
4.12.6.11.	Fuerza:11.....	120
4.12.6.12.	Fuerza:12.....	121
4.12.6.13.	Fuerza:13.....	122
4.12.6.14.	Fuerza:14.....	123
4.12.6.15.	Fuerza:15.....	124
4.12.6.16.	Fuerza:16.....	125
4.12.6.17.	Fuerza:17.....	126
4.12.6.18.	Fuerza:18.....	127
4.12.6.19.	Fuerza:19.....	128
4.12.6.20.	Fuerza:20.....	129
4.12.6.21.	Fuerza:21.....	130
4.12.6.22.	Fuerza: 22.....	131
4.12.6.23.	Fuerza: 23.....	132
4.12.7.	Cargas continuas.....	133
4.12.7.1.	Carga continua: 1	133

4.12.7.2.	Carga continua: 2	134
4.12.7.3.	Carga continua: 3	135
4.12.7.4.	Carga continua: 4	136
4.12.7.5.	Carga continua: 5	137
4.12.7.6.	Carga continua: 6	138
4.12.7.7.	Carga continua: 7	139
4.12.7.8.	Carga continua: 8	140
4.12.7.9.	Carga continua: 9	141
4.12.7.10.	Carga continua: 10	142
4.12.7.11.	Carga continua: 11	143
4.12.7.12.	Carga continua: 12	144
4.12.7.13.	Carga continua: 13	145
4.12.7.14.	Carga continua: 14	146
4.12.7.15.	Carga continua: 15	147
4.12.7.16.	Carga continua: 16	148
4.12.7.17.	Carga continua: 17	149
4.12.7.18.	Carga continua: 18	150
4.12.7.19.	Carga continua: 19	151
4.12.7.20.	Carga continua: 20	152
4.12.7.21.	Carga continua: 21	153
4.12.7.22.	Carga continua: 22	154
4.12.7.23.	Carga continua: 23	155
4.12.7.24.	Carga continua: 24	156
4.12.7.25.	Carga continua: 25	157
4.12.7.26.	Carga continua: 26	158
4.12.7.27.	Carga continua: 27	159
4.12.7.28.	Carga continua: 28	160
4.12.7.29.	Carga continua: 29	161
4.12.7.30.	Carga continua: 30	162
4.12.7.31.	Carga continua: 31	163
4.12.8.	Resultados de la Evaluación	164
4.12.8.1.	Resumen de resultados estáticos	164
4.12.8.2.	Desplazamiento	165

4.12.8.3.	Momento efectuado en el eje X	169
4.12.8.4.	Momento efectuado en el eje Y	170
4.12.8.5.	Momento efectuado en el eje Z	171
4.12.8.6.	Tensión normal maxima	172
4.12.8.7.	Tensión de plegado en el eje X	173
4.12.8.8.	Tensión de plegado en el eje Y	174
4.12.8.9.	Esfuerzo axial	175
4.12.8.10.	Tensión de corte en el eje X	176
4.12.8.11.	Tensión de corte en el eje Y	177
4.12.8.12.	Tensión de torsión.....	178
4.12.8.13.	Tensión de Von Mises	179
5.	Necesidades de obra y presupuesto.....	181
6.	Resultados obtenidos	187
7.	Conclusiones	189
8.	Desarrollos futuros	189
9.	Bibliografía	190

Índice de figuras

FIG. 3-1 SECCIÓN DE UN REDUCTOR CORONA TORNILLO SINFIN	26
FIG. 3-2 - MOTOR CON REDUCTOR.....	27
FIG. 3-3 - MOTOR SIN REDUCTOR	29
FIG. 3-4 - FRENO DE TAMBOR DE DOBLE VARILLA	29
FIG. 3-5 – POLEA TRACTORA.....	30
FIG. 3-6 CONTRAPESO	32
FIG. 3-7 – CONSTITUCIÓN DE UN CABLE	33
FIG. 3-8 - LIMITADOR DE VELOCIDAD	34
FIG. 3-9 – PARACAÍDAS INSTANTÁNEO	35
FIG. 3-10 – MECANISMO PARACAÍDAS DE ACCIÓN PROGRESIVA Y SIMPLE EFECTO	35
FIG. 3-11 PARACAÍDAS BIDIRECCIONAL PARA CABINAS DE ASCENSOR	36
FIG. 3-12 – TIPOS DE AMORTIGUADORES (A) PUFFER, (B) RESORTES HELICOIDALES, (C) DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA	43
FIG. 3-13 - CUARTO DE MÁQUINAS CONVENCIONAL.....	43
FIG. 3-14 - FOSO TÍPICO DE UN ASCENSOR	44
FIG. 3-15 - TIPOS DE SUSPENSIÓN EN ASCENSORES ELÉCTRICOS	46
FIG. 3-16 - CENTRAL HIDRÁULICA O GRUPO IMPULSOR HIDRÁULICO	48
FIG. 3-17 - TIPOS DE SUSPENSIÓN EN ASCENSORES HIDRÁULICOS	49
FIG. 3-18 – INFOGRAFÍA DETALLE DE UN PISTÓN TELESCÓPICO DE ACCIÓN DIRECTA	50
FIG. 4-1- HOLGURAS ENTRE CABINA Y PARED ENFRENTADA A SU ACCESO.....	57
FIG. 4-2- ESQUEMA DEL CIRCUITO DE ELEVACIÓN.....	59
FIG. 4-3 - CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA DE NUESTRA CABINA RESPECTO A LAS GUÍAS	71
FIG. 4-4 – DESCENTRADO DE LA CARGA NOMINAL Q EN EL CASO 1.....	73
FIG. 4-5 - DESCENTRADO DE LA CARGA NOMINAL Q EN EL CASO 2	73
FIG. 4-6 TIPOS DE ACABADOS EN RESORTES HELICOIDALES	85
FIG. 4-7 COEFICIENTES SEGÚN CONFIGURACIÓN DEL RESORTE	90
FIG. 4-8 - GARGANTA EN U DE LA POLEA DE TRACCIÓN	96
FIG. 4-9 - DIAGRAMA DE LA CONDICIÓN DE CARGA EN CABINA, SITUACIÓN MÁS DESFAVORABLE: CABINA ABAJO	98
FIG. 4-10 - DIAGRAMA DE LA CONDICIÓN DE CABINA VACÍA, SITUACIÓN MÁS DESFAVORABLE: CABINA ARRIBA	101
FIG. 4-11 - DIAGRAMA DE LA CONDICIÓN DE CABINA RETENIDA, SITUACIÓN MÁS DESFAVORABLE: CABINA ARRIBA.....	103
FIG. 4-12 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 1.....	110
FIG. 4-13 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 2.....	111
FIG. 4-14 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 3.....	112
FIG. 4-15 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 4.....	113
FIG. 4-16 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 5.....	114
FIG. 4-17 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 6.....	115
FIG. 4-18 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 7.....	116
FIG. 4-19 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 8.....	117
FIG. 4-20 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 9.....	118
FIG. 4-21 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 10.....	119
FIG. 4-22 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 11.....	120

FIG. 4-23 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 12.....	121
FIG. 4-24 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 13.....	122
FIG. 4-25 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 14.....	123
FIG. 4-26 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 15.....	124
FIG. 4-27 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 16.....	125
FIG. 4-28 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 17.....	126
FIG. 4-29 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 18.....	127
FIG. 4-30 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 19.....	128
FIG. 4-31 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 20.....	129
FIG. 4-32 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 21.....	130
FIG. 4-33 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 22.....	131
FIG. 4-34 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA FUERZA 23.....	132
FIG. 4-35 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 1.....	133
FIG. 4-36 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 2.....	134
FIG. 4-37 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 3.....	135
FIG. 4-38 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 4.....	136
FIG. 4-39 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 5.....	137
FIG. 4-40 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 6.....	138
FIG. 4-41 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 7.....	139
FIG. 4-42 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 8.....	140
FIG. 4-43 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 9.....	141
FIG. 4-44 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 10.....	142
FIG. 4-45 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 11.....	143
FIG. 4-46 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 12.....	144
FIG. 4-47 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 13.....	145
FIG. 4-48 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 14.....	146
FIG. 4-49 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 15.....	147
FIG. 4-50 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 16.....	148
FIG. 4-51 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 17.....	149
FIG. 4-52 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 18.....	150
FIG. 4-53 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 19.....	151
FIG. 4-54 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 20.....	152
FIG. 4-55 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 21.....	153
FIG. 4-56 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 22.....	154
FIG. 4-57 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 23.....	155
FIG. 4-58 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 24.....	156
FIG. 4-59 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 25.....	157
FIG. 4-60 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 26.....	158
FIG. 4-61 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 27.....	159
FIG. 4-62 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 28.....	160
FIG. 4-63 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 29.....	161
FIG. 4-64 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 30.....	162
FIG. 4-65 - DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LA CARGA CONTINUA 31.....	163
FIG. 4-66 – ANÁLISIS GRÁFICO DEL DESPLAZAMIENTO	165
FIG. 4-67 – ANÁLISIS GRÁFICO LAS FUERZAS APLICADAS EN EL EJE X.....	166
FIG. 4-68 – ANÁLISIS GRÁFICO LAS FUERZAS APLICADAS EN EL EJE Y	167
FIG. 4-69 – ANÁLISIS GRÁFICO LAS FUERZAS APLICADAS EN EL EJE Z	168
FIG. 4-70 – ANÁLISIS GRÁFICO DEL MOMENTO EN EL EJE X	169
FIG. 4-71 – ANÁLISIS GRÁFICO DEL MOMENTO EN EL EJE Y.....	170
FIG. 4-72 – ANÁLISIS GRÁFICO DEL MOMENTO EN EL EJE Z.....	171

FIG. 4-73 – ANÁLISIS GRÁFICO DE LA TENSIÓN NORMAL MÁXIMA	172
FIG. 4-74 – ANÁLISIS GRÁFICO DE LA TENSIÓN DE PLEGADO EN EL EJE X.....	173
FIG. 4-75 – ANÁLISIS GRÁFICO DE LA TENSIÓN DE PLEGADO EN EL EJE Y.....	174
FIG. 4-76 – ANÁLISIS GRÁFICO ESFUERZO AXIAL.....	175
FIG. 4-77 – ANÁLISIS GRÁFICO DE LA TENSIÓN DE CORTE EN EL EJE X	176
FIG. 4-78 – ANÁLISIS GRÁFICO DE LA TENSIÓN DE CORTE EN EL EJE Y	177
FIG. 4-79 – ANÁLISIS GRÁFICO DE LA TENSIÓN TORSIÓN.....	178
FIG. 4-80 – ANÁLISIS GRÁFICO DE LA TENSIÓN DE VON MISES.....	179

Índice de tablas

TABLA 3.1 - VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS ASCENSORES ELÉCTRICOS	46
TABLA 3.2 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS ASCENSORES HIDRÁULICOS	51
TABLA 4.1 – SUPERFICIE MÁXIMA DE CABINA EN FUNCION DE LA CARGA	53
TABLA 4.2 NUMERO DE PASAJEROS EN FUNCIÓN DE SUPERFICIE ÚTIL DE CABINA	54
TABLA 4.3 - CARACTERÍSTICAS DE LA CABINA A EFECTOS DE CÁLCULO DE CARGAS	55
TABLA 4.4 - CARGAS DE CABINA - CÁLCULO DE P	56
TABLA 4.5 - FACTORES DE IMPACTO	63
TABLA 4.6 - VALORES DE COEFICIENTE DE ESBELTEZ (λ) PARA RESISTENCIA A TRACCIÓN $R_M = 370$ N/MM ²	65
TABLA 4.7 - VALORES DE COEFICIENTE DE ESBELTEZ (λ) PARA RESISTENCIA A TRACCIÓN $R_M = 520$ N/MM ²	65
TABLA 4.8 - COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA GUÍAS.....	68
TABLA 4.9 - ESFUERZOS ADMISIBLES	69
TABLA 4.10 - PUNTOS QUE DEFINEN LA GEOMETRÍA DE LA CABINA.....	71
TABLA 4.11 - DISTANCIAS A TENER EN CUENTA PARA CALCULAR EL CENTRO DE MASAS	71
TABLA 4.12 - CENTRO DE MASAS DE LA CABINA.....	72
TABLA 4.13 - COORDENADAS DE LOS PUNTOS C, S, P, Q.....	73
TABLA 4.14 DATOS PARA EL CÁLCULO DE LAS GUÍAS	79
TABLA 4.15 CARACTERÍSTICAS DE LAS GUÍAS ESCOGIDAS	79
TABLA 16 - RESULTADOS DE LOS DIFERENTES ESFUERZOS CUANDO ACTUA EL DISPOSITIVO PARACAÍDAS.	80
TABLA 17 - RESULTADOS DE LOS DIFERENTES ESFUERZOS DURANTE EL FUNCIONAMIENTO NORMAL. ..	81
TABLA 18 - RESULTADOS DE LOS DIFERENTES ESFUERZOS DURANTE LA CARGA Y DESCARGA DE CABINA	82
TABLA 4.19 NÚMERO EQUIVALENTE DE POLEAS EN FUNCIÓN DE LA GARGANTA DE LA POLEA	94
TABLA 4.20 - PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ESTRUCTURA	106
TABLA 4.21 - MATERIALES EMPLEADOS	106
TABLA 4.22 - SECCIONES TRANSVERSALES DE VIGAS DIN IPB 120	108
TABLA 4.23 - SECCIONES TRANSVERSALES DE VIGAS DIN IPB 200	108
TABLA 4.24 - SECCIONES TRANSVERSALES DE TUBO ESTRUCTURAL DIN 50X50X4.....	108
TABLA 4.25 – DATOS FUERZA 1	110
TABLA 4.26 – DATOS FUERZA 2	111
TABLA 4.27 – FUERZA 3	112
TABLA 4.28 – FUERZA 4	113
TABLA 4.29 – FUERZA 5	114
TABLA 4.30 – FUERZA 6	115
TABLA 4.31 – FUERZA 7	116
TABLA 4.32 – FUERZA 8	117
TABLA 4.33 – FUERZA 9	118
TABLA 4.34 – FUERZA 10	119
TABLA 4.35 – FUERZA 11	120
TABLA 4.36 – FUERZA 12	121
TABLA 4.37 – FUERZA 13	122
TABLA 4.38 – FUERZA 14	123

TABLA 4.39 – FUERZA 15	124
TABLA 4.40 – FUERZA 16	125
TABLA 4.41 – FUERZA 17	126
TABLA 4.42 – FUERZA 18	127
TABLA 4.43 – FUERZA 19	128
TABLA 4.44 – FUERZA 20	129
TABLA 4.45 – FUERZA 21	130
TABLA 4.46 – FUERZA 22	131
TABLA 4.47 – FUERZA 23	132
TABLA 4.48 – CARGA CONTINUA 1	133
TABLA 4.49 – CARGA CONTINUA 2	134
TABLA 4.50 – CARGA CONTINUA 3	135
TABLA 4.51 – CARGA CONTINUA 4	136
TABLA 4.52 – CARGA CONTINUA 5	137
TABLA 4.53 – CARGA CONTINUA 6	138
TABLA 4.54 – CARGA CONTINUA 7	139
TABLA 4.55 – CARGA CONTINUA 8	140
TABLA 4.56 – CARGA CONTINUA 9	141
TABLA 4.57 – CARGA CONTINUA 10	142
TABLA 4.58 – CARGA CONTINUA 11	143
TABLA 4.59 – CARGA CONTINUA 12	144
TABLA 4.60 – CARGA CONTINUA 13	145
TABLA 4.61 – CARGA CONTINUA 14	146
TABLA 4.62 – CARGA CONTINUA 15	147
TABLA 4.63 – CARGA CONTINUA 16	148
TABLA 4.64 – CARGA CONTINUA 17	149
TABLA 4.65 – CARGA CONTINUA 18	150
TABLA 4.66 – CARGA CONTINUA 19	151
TABLA 4.67 – CARGA CONTINUA 20	152
TABLA 4.68 – CARGA CONTINUA 21	153
TABLA 4.69 – CARGA CONTINUA 22	154
TABLA 4.70 – CARGA CONTINUA 23	155
TABLA 4.71 – CARGA CONTINUA 24	156
TABLA 4.72 – CARGA CONTINUA 25	157
TABLA 4.73 – CARGA CONTINUA 26	158
TABLA 4.74 – CARGA CONTINUA 27	159
TABLA 4.75 – CARGA CONTINUA 28	160
TABLA 4.76 – CARGA CONTINUA 29	161
TABLA 4.77 – CARGA CONTINUA 30	162
TABLA 4.78 – CARGA CONTINUA 31	163
TABLA 4.79 – RESUMEN RESULTADOS ESTÁTICOS	164
TABLA 4.80 – TOTAL DE ELEMENTOS	180

Índice de ecuaciones

ECUACIÓN 4-1	54
ECUACIÓN 4-2	58
ECUACIÓN 4-3	59
ECUACIÓN 4-4	61
ECUACIÓN 4-5	61
ECUACIÓN 4-6	61
ECUACIÓN 4-7	61
ECUACIÓN 4-8	61
ECUACIÓN 4-9	62
ECUACIÓN 4-10	62
ECUACIÓN 4-11	62
ECUACIÓN 4-12	62
ECUACIÓN 4-13	62
ECUACIÓN 4-14	63
ECUACIÓN 4-15	63
ECUACIÓN 4-16	64
ECUACIÓN 4-17	64
ECUACIÓN 4-18	65
ECUACIÓN 4-19	66
ECUACIÓN 4-20	66
ECUACIÓN 4-21	67
ECUACIÓN 4-22	67
ECUACIÓN 4-23	67
ECUACIÓN 4-24	67
ECUACIÓN 4-25	67
ECUACIÓN 4-26	67
ECUACIÓN 4-27	68
ECUACIÓN 4-28	69
ECUACIÓN 4-29	69
ECUACIÓN 4-30	70
ECUACIÓN 4-31	70
ECUACIÓN 4-32	86
ECUACIÓN 4-33	86
ECUACIÓN 4-34	86
ECUACIÓN 4-35	86
ECUACIÓN 4-36	86
ECUACIÓN 4-37	87
ECUACIÓN 4-38	87
ECUACIÓN 4-39	87
ECUACIÓN 4-40	88
ECUACIÓN 4-41	88
ECUACIÓN 4-42	89
ECUACIÓN 4-43	90
ECUACIÓN 4-44	91

ECUACIÓN 4-45	92
ECUACIÓN 4-46	92
ECUACIÓN 4-47	93
ECUACIÓN 4-48	93
ECUACIÓN 4-49	94
ECUACIÓN 4-50	94
ECUACIÓN 4-51	96
ECUACIÓN 4-52	97
ECUACIÓN 4-53	98
ECUACIÓN 4-54	99
ECUACIÓN 4-55	104
ECUACIÓN 4-56	104
ECUACIÓN 4-57	105
ECUACIÓN 4-58	105
ECUACIÓN 4-59	105

1. **INTRODUCCIÓN**

Contexto

En este proyecto llevaremos a cabo la instalación de un ascensor en un edificio ya construido de 4 alturas. El ascensor será de dimensiones accesibles y se adosará a fachada mediante una estructura metálica autoportante hecha de tubo estructural para poder soportar las cargas del ascensor y no apoyarse sobre el edificio.

Motivación del proyecto

Es altísima la cantidad de edificios construidos sin ascensor y por tanto, sin un itinerario accesible hasta las distintas dependencias del mismo, sea cual sea su funcionalidad, residencial, público, de oficinas, ocio...

Se convierte en una obligación social adecuar los edificios existentes para conseguir ciudades accesibles para nuestros mayores y para todos aquellos que por los motivos que fueren no pueden recorrer escaleras por si mismos de una manera sencilla incluidos nosotros en un futuro.

Para esto queremos instalar un ascensor, que en la mayoría de los casos es la solución más funcional y más viable económica y técnicamente para la eliminación de barreras arquitectónicas.

Por otra parte se ha convertido en un nicho de mercado interesante para constructoras, ascensoristas e intermediarios.

Estructura del proyecto

El proyecto consta de 2 partes diferenciadas que son por un lado la Teoría y el estado del arte de los ascensores y por otro el desarrollo del propio proyecto.

- **Teoría implicada y el estado del arte:** En esta parte se describe gran parte de la casuística de instalación de ascensores en edificios construidos, los tipos de ascensores que se pueden instalar, y los componentes que se pueden emplear para conformarlos.
- **Desarrollo del proyecto:** En el desarrollo del proyecto se define el ascensor que se quiere instalar según nuestras preferencias y se llevan a cabo los cálculos de los componentes principales del ascensor.

2. OBJETIVOS

Desarrollar satisfactoriamente los diferentes procesos implicados en la instalación de un ascensor en un edificio ya construido de 4 alturas.

Para poder instalar un ascensor necesitamos un hueco de ascensor que no existe a priori, que debe estar cerrado y servir de soporte a las guías por las que se desplaza el ascensor. Este hueco podremos construirlo mediante una estructura metálica autoportante.

Conseguir esto supone un dotar de un itinerario lo más accesible posible a los residentes de unas viviendas sin ascensor que poco a poco envejecen y ven mermada su independencia a la hora de hacer una vida normal en la que puedan entrar y salir de casa con comodidad.

Con este proyecto pretendo resumir los diferentes factores a tener en cuenta a la hora de plantear este tipo de instalaciones.

Adicionalmente, quiero que sirva como guía para la planificación y diseño tanto estructural como mecánico de este tipo de aparatos.

3. **TEORIA Y ESTADO DEL ARTE**

3.1.1. **DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DEL PROBLEMA**

Hoy por hoy son muchos los edificios que no tienen ascensor, bien porque no se contempló en el momento de su construcción o bien porque las normas de edificación no obligan a instalarlos en edificios de menos de 10,75 metros de desnivel entre el nivel de rasante de calle hasta el suelo terminado de la planta más alta a la que da servicio. Estos edificios no constan pues de un itinerario accesible hasta las viviendas. Esto impide la independencia de las personas que acceden a estos edificios ya que en la mayoría de los casos no podrán acceder a las diferentes plantas sin ayuda.

La población envejece o se lesiona puntualmente produciéndose así una disminución en su movilidad. Las personas con movilidad reducida pierden mucha calidad de vida en edificios no accesibles, entre ellos, los que tienen dos plantas o más, y no poseen ascensor.

La instalación de un ascensor se convierte en la opción más completa y versátil para solucionar los problemas de accesibilidad en los edificios construidos.

Como la instalación del ascensor afecta en muchos casos a zonas comunes, privadas, suelo público, conducciones de suministro de agua, gas, o eléctrico, incluso modificando el cuarto de contadores, se genera la necesidad de entregar soluciones “llave en mano” en la que intervienen muchos oficios y productos, convirtiendo a la parte contratante en un “Project Manager”.

3.1.2. **SITUACION ACTUAL**

En España existe un parque muy extenso de edificios construidos sin ascensor, según el documento [24] censo población y vivienda 2011 (INE 2013)

- Los edificios con ascensor eran un 6,3% del parque de edificios nacional.
- El 22,9% de los edificios eran accesibles.
- Esto nos deja un 77,1% de edificios que no son accesibles, de los cuales, los que tengan dos plantas o más necesitarán ascensor.
- En el caso que nos ocupa afecta a una finca sin ascensor y la necesidad de instalarlo.
- Debemos por tanto, buscar un emplazamiento para la estructura del ascensor y así poder instalarlo sin afectar al edificio dentro.

3.2. LEGISLACIÓN

La legislación que afecta a este proyecto

- Normativa Europea para la instalación de ascensores
 - o UNE EN 81-1 (Normativa de ascensores eléctricos)
 - o UNE EN 81-2 (Normativa de ascensores hidráulicos)
 - o UNE EN 81-21 (Normativa de ascensores en edificios construidos)
- Código técnico de la edificación (CTE)
- Norma de la Edificación

3.3. VIABILIDAD ECONÓMICA Y SOCIAL:

- **Costes Económicos:** No siempre la comunidad de propietarios que conforma el edificio estará conforme con el coste económico para llevar a cabo la propuesta más accesible. Esto nos obligará a decidir opciones más económicas que no comportan tantas ventajas de accesibilidad.
- **Costes Sociales:** Cuando no hay más opción que ubicar el hueco del ascensor en el interior de las viviendas que forman la vertical del hueco no siempre los propietarios de las viviendas estarán de acuerdo con perder esta parte de sus viviendas aunque se compense económicamente. Esto es viable legalmente, pero puede llevar a los tribunales a los vecinos de la Comunidad, además de una importante pérdida de los propietarios de las viviendas afectadas, así que siempre se tratará de evitar este planteamiento. Esto nos llevará a tomar una opción con un ascensor de menor capacidad o a descartar la posibilidad de instalarlo.

Tendremos que buscar la solución que se adecúa mejor a las restricciones de cada caso concreto asesorando a la Comunidad de Propietarios y consiguiendo un equilibrio entre costes y accesibilidad.

3.4. UBICACIÓN DEL ASCENSOR

Hay edificios que, aunque no dispongan de ascensor en su construcción, sí han previsto un espacio para ellos en el futuro. Sin embargo, la mayoría de ellos no ha previsto el ascensor futurible, y cuando un edificio se construye, se trata de aprovechar al máximo la superficie construida, así que no suele haber un sitio específico para el ascensor, debemos buscarlo.

3.4.1. OBJETIVOS PARA LA ELECCIÓN DE LA UBICACIÓN

Buscamos siempre hacer el edificio completamente accesible, y para ello:

- El tránsito en el edificio desde la calle hasta las viviendas ha de ser sin escalones y pendientes inferiores al 10%.
- El ascensor ha de ser catalogado accesible: para ello ha de tener unas dimensiones de cabina de al menos 1m de ancho y 1,25m de fondo. Este ascensor en función del edificio, no es suficiente para un edificio de nueva construcción.

3.4.2. RESTRICCIONES

No siempre podremos instalar el ascensor que cumpla con todos nuestros requisitos. Nos encontraremos con restricciones de viabilidad.

3.4.3. VIABILIDAD TÉCNICA:

- **Espacio:** A veces no existe un sitio lo suficientemente grande para instalar un ascensor accesible.
- **Ubicación:** no hay un sitio para acceder a zonas comunes y con un itinerario accesible en todas plantas. Normalmente cuando esto ocurre, hay que recurrir a la única opción de emplear superficie de las viviendas que conforman el edificio en toda la vertical destinada al ascensor.

Buscaremos un lugar que afecte lo menos posible a la finca, física y económicamente.

- **Físicamente:** que comporte modificaciones en la finca lo menores posibles.
- **Económicamente:** Que supongan la menor cantidad de obra, y menos costosa.

Para esto dependemos de las zonas comunes de la finca, es decir, los itinerarios por los que se puede recorrer el edificio sin necesidad de acceder a ninguna zona privada.

3.5. TIPOLOGÍAS DE UBICACIÓN DE ASCENSORES EN EDIFICIOS CONSTRUIDOS

3.5.1. CORRALAS

Muchos edificios en Madrid tienen la configuración de “corrala”. Este tipo de edificios se caracteriza por un amplio espacio interior que conecta las viviendas por pasillos con barandillas. Físicamente estos patios suelen estar abiertos a todas las alturas del edificio. De este modo, el colocar el ascensor en el patio es lo más sencillo y menos costoso pues se ubica en un patio amplio, con itinerario accesible a todas las viviendas. Económicamente no hay que demoler forjados para el hueco vertical del ascensor, los accesos al ascensor en las diferentes plantas se realizan retirando las barandillas o petos existentes.

3.5.2. POR HUECO DE ESCALERA

Si es viable instalar el ascensor en el hueco de la escalera, puede darse que el hueco de escalera sea lo suficientemente grande o no. Lo más habitual es que no lo sea.

Si el hueco de escalera es lo suficientemente grande, físicamente tendremos un itinerario accesible a todas las viviendas y económicamente no habrá que demoler forjados y los accesos al ascensor en las diferentes plantas se realizarán retirando las barandillas o petos existentes.

Puede que la escalera esté protegida por la Comisión Institucional para la Protección del Patrimonio Histórico-Artístico y Natural (C.P.P.H.A.N.). Si fuera éste el caso, el ascensor y su estructura y cerramiento deben cumplir en la medida de lo posible con los requisitos de la C.P.P.H.A.N., estos requisitos obligan a una obra de mayor coste pues la C.P.P.H.A.N. exige:

- Un ascensor con el mayor número de caras acristaladas y puertas de acceso al ascensor acristaladas.
- Supone mayor coste de materiales, el cristal debe cumplir con una resistencia que ha de suplir con un mayor grosor que la chapa. Implica un mayor peso a soportar por el motor del ascensor así como los motores que operan las puertas de cabina y arrastran las puertas de cada planta si éstas fueran automáticas.
- Una estructura cerrada en vidrio transparente y cuya carpintería debe tan sólo ocultar las zancas de la escalera.
- Los vidrios de la estructura deberán ir “a hueso” es decir, sin elementos que los unan verticalmente.
- Los vidrios deben estar alineados con las zancas de las escaleras, es decir, acompañando la diagonal del tramo de escaleras (menos en el lateral que afecte la maquinaria del ascensor.), de este modo, los cristales deberán tener una altura de

más de 2,5 m, ir cortados en diagonal (se pierde material) y además cumplir con los requisitos de resistencia de los huecos de ascensor. Para ello el cristal deberá tener un grosor mayor de lo habitual, generalmente un Stadip 5+5 cuando lo normal sería 3+3.

Estas exigencias implican una estructura que soporte más peso, un cerramiento mucho más costoso, un ascensor de mayor coste y posiblemente un motor que soporte una carga mayor a la nominal.

Si el hueco no es lo suficientemente grande para un ascensor debemos buscar un ascensor lo más grande posible que se adecúe al hueco, y además buscar una modificación de la escalera que permita el instalar un ascensor mayor (cortar vuelo de peldaños, retirar barandilla de su emplazamiento y colocar otra rodeando la estructura, reubicar la existente sobre los peldaños, recortar parte de la escalera estrechando el ancho de la escalera para incrementar el ancho u fondo de la estructura), y con esto, analizar si el aumento del tamaño del ascensor justifica el coste de la modificación, siendo la escalera protegida, puede que la C.P.P.H.A.N. prohíba modificaciones agresivas sobre la escalera aunque éstas estén amparadas por el Código Técnico de la Edificación.

3.5.3. **POR FACHADA**

Cuando las zonas comunes del edificio lindan con una fachada, delantera o trasera, pueden darse dos casos: Que las zonas comunes estén a la altura de las viviendas o que no sea así.

3.5.3.1. **FACHADA QUE LINDA CON ZONAS COMUNES A LA ALTURA DE LAS VIVIENDAS**

Si las zonas comunes a nivel de las viviendas son las que lindan con la fachada, físicamente tendremos un itinerario accesible a todas las viviendas y económicamente no tendremos que demoler forjados y los accesos al ascensor en las diferentes plantas se realizarán demoliendo la fachada existente. Esto además nos obligará a reubicar o instalar ventanas nuevas si con las ventanas restantes no se obtiene 1m² de iluminación y ventilación por planta.

3.5.3.2. LA FACHADA NO LINDA CON ZONAS COMUNES A LA ALTURA DE LAS VIVIENDAS

Si no linda con zonas comunes a la altura de las viviendas, podemos:

- Instalar el ascensor y dejar un itinerario no accesible.
- Reestructurar la finca para poder tener un itinerario accesible desde el ascensor a las viviendas.
- Reestructurar la finca casi siempre supone el demoler la escalera y la fachada que linda con la escalera.
- Modificar la escalera
- Sustituir dos tramos de escalera, uno de ida y otro de vuelta, de 8 peldaños cada uno por un solo tramo de 16 peldaños de escalera de ida y un pasillo de vuelta.
- Mover la escalera
- Colocar el ascensor donde está la escalera y llevar la escalera fuera de la fachada.

3.6. TIPOS DE ASCENSORES

Se dividen en dos tipos según el tipo de accionamiento:

- Ascensores Eléctricos, también llamados mecánicos o electromecánicos
- Ascensores Hidráulicos, también llamados oleodinámicos.

Ambos ascensores funcionan con energía eléctrica y están regidos por la **normativa europea de aparatos elevadores** que se compone de:

- UNE EN 81-1 dedicada exclusivamente a los ascensores Eléctricos.
- UNE EN 81-2 dedicada exclusivamente a los ascensores Hidráulicos.
- UNE EN 81-21 dedicada a los ascensores a instalar en edificios ya construidos y que están en uso. Es una normativa más permisiva ante posibles restricciones de hueco de ascensor, por foso y huida. Todas estas restricciones han de ser justificadas por un arquitecto, haciendo mención a que no son posibles fosos o huidas normalizadas. Esta norma es la que afectará al ascensor ya que nuestro ascensor se instalará en un edificio construido.

3.6.1. ASCENSORES ELÉCTRICOS

Aunque todos los ascensores funcionan con energía eléctrica, este tipo de ascensores son mal llamados eléctricos para diferenciarlos de los hidráulicos.

Los ascensores eléctricos, llamados también electromecánicos o de adherencia, consisten en un motor eléctrico que mueve una polea. De esta polea están suspendidos mediante cables, una cabina y un contrapeso guiados.

La cabina en sí tiene una masa concreta derivada de los elementos que la componen como chasis decoración y elementos adosados a ella.

La cabina tiene una capacidad máxima de carga definida por su superficie interior según la normativa de ascensores.

El contrapeso se dota de una masa igual a la suma de la masa de la cabina más un la capacidad máxima de carga multiplicada por un factor que suele ser 0,5, aunque pueden aplicarse factores distintos del 0,5. De esta manera, el motor sólo compensará la diferencia de peso entre ambos elementos, que no suele ser mayor que la mitad de la capacidad máxima de carga de la cabina.

Mover la diferencia de cargas entre cabina y contrapeso redunda en una potencia nominal menor. No está claro que el ascensor eléctrico tenga un menor consumo que el ascensor hidráulico ya que depende del uso que se le dé y cómo se distribuyan los viajes.

El motor de un ascensor eléctrico está formado por un grupo motor en cuyo eje de salida se monta la polea de tracción esta polea está acanalada, y es en esta acanaladura donde se apoyan los cables de tracción, permitiendo el arrastre de los cables por adherencia.

Aún existen, motores que en vez de una polea, emplean tambores para arrollar o enrollar los cables de los que cuelga la cabina, en vez de una polea de la que penden la cabina y un contrapeso. Este tipo de ascensores son denominados de arrastre.

Los motores comúnmente encontrados en los ascensores hoy en día son de corriente alterna y trifásica. Hoy en día se fabrican casi en su totalidad motores sin reductor o Gearless (Gear- engranajes, less - sin) acompañados siempre de un variador de frecuencia para poder regular la velocidad de giro.

Sin cuarto de máquinas:

También se puede hacer una distinción en este tipo de ascensores según tengan o no un cuarto de máquinas. Los motores actuales son de una dimensión tan reducida que no necesitan de un cuarto de máquinas, pudiéndose instalar dentro del hueco del ascensor, en la parte superior correspondiente a la huida. El cuadro de maniobra suele colocarse en la planta más cercana al motor y en el exterior del hueco, empleando una distribución vertical de sus componentes para minimizar el espacio necesario para su instalación.

En síntesis, la instalación de este tipo de ascensores se compone de los siguientes elementos:

- **Grupo Tractor:** Lo engloban el motor, freno, reductor o variador de frecuencia (si es el caso) y polea de tracción.
- **Circuito de Elevación:** Se compone de la cabina, el contrapeso, el cable de tracción y en algunos casos el cable de compensación.
- **Circuito de limitador de velocidad:** Integrado por el limitador de velocidad, el cable del limitador de velocidad y el mecanismo paracaídas.
- **Instalación fija:** compuesta por las guías, los amortiguadores, el cuarto de máquinas, el foso, las poleas que no son tractoras y las puertas de acceso.

A continuación se procede a describir brevemente los principales elementos que forman un ascensor eléctrico convencional.

La norma UNE EN 81-1 especifica de manera detallada cómo debe ser cada uno de ellos a nivel constructivo y establece limitaciones en cuanto a su diseño.

3.6.1.1. GRUPO TRACTOR:

A continuación se describirán los principales componentes del grupo tractor, siendo estos el motor, el freno, el reductor y la polea de tracción.

3.6.1.1.1. MOTOR

La característica principal, al igual que la construcción de los grupos tractores y especialmente de los motores con los que se encuentran equipados, dependerán de la velocidad nominal y del uso destinado a prestar por parte del ascensor.

Los motores se pueden dividir en motores con reductor y sin reductor.

3.6.1.1.1.1. MOTOR CON REDUCTOR

Qué es el Reductor?

- El reductor o caja reductora es un sistema mecánico que permite la transformación de la alta velocidad que brinda el motor, en el par suficiente que permita el viaje del ascensor. En su mayoría, los ascensores solían incluir dentro de su cadena cinemática este componente siendo en su momento, prácticamente todos del tipo corona-tornillo sinfín.
- El reductor se encuentra conformado por un tornillo sinfín fabricado en acero aleado de alta resistencia el cual permite un tratamiento de endurecimiento superficial y una corona compuesta de una aleación de bronce de bajo coeficiente

de rozamiento. Podemos ver claramente una sección de un motor con reductor en la Fig. 3-1

- La instalación del reductor supone una disminución de la eficiencia de la máquina y la necesidad de lubricación.
- Se trataba de un sistema muy robusto, pero que ha caído en desuso ya que hace el motor:
 - **Muy voluminoso**, por la existencia de una transmisión corona – sinfín en su interior.
 - **Ruidoso** por el rozamiento y la alta velocidad de giro del motor 1.500 r.p.m.

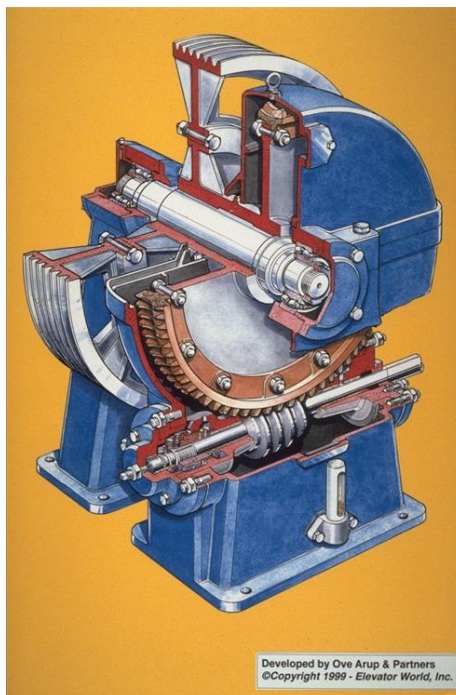


Fig. 3-1 Sección de un reductor corona tornillo sinfín
(Fuente: <http://www.thailliftparts.com/part3.html>)

Características de los motores con reductor:

- Son motores voluminosos que suelen necesitar un cuarto de máquinas, necesitan una bancada, podemos ver uno en la Fig. 3-2
- Estos motores industriales funcionan a 1.500 r.p.m.
- Imprimen a la cabina una velocidad nominal de 1 m/s.
- Es ruidoso y pierde rendimiento a consecuencia del rozamiento de la reductora.
- Necesitan lubricante.

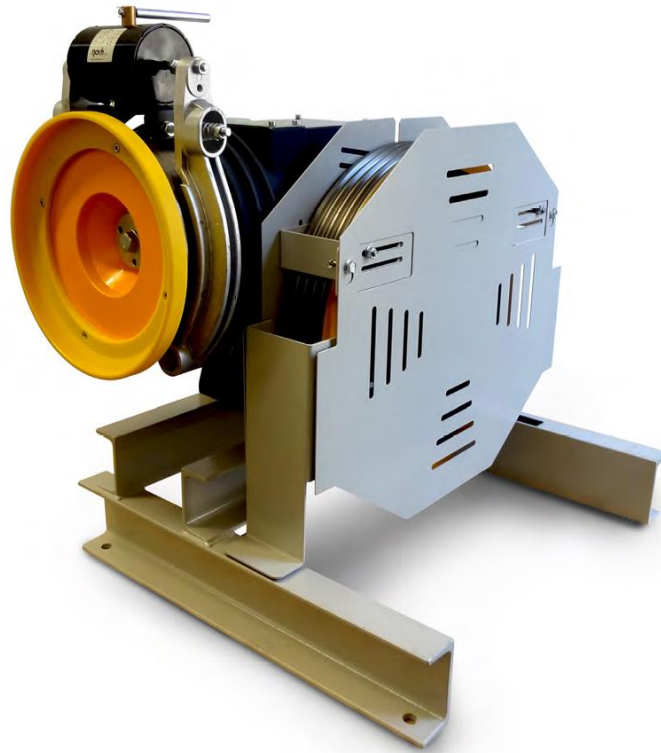


Fig. 3-2 - Motor Con reductor
(Fuente: Catálogo Componentes MP ascensores)

(AENOR, 2001)

- Pueden ser de una o dos velocidades:

De una velocidad

- Cuentan con un sólo devanado.
- Presenta importantes picos de corriente en el arranque.
- Se detiene utilizando el freno, el cual actúa con el ascensor desplazándose a la velocidad de 1m/s.
- Arranca y se detiene de forma brusca.
-

De dos velocidades

- Cuenta con dos devanados y dos velocidades de funcionamiento. Arranca en velocidad nominal y antes de llegar a cada planta cambia a velocidad lenta. Siendo la velocidad nominal de 1m/s, y la velocidad lenta a 0,25 metros por segundo.
- Presenta importantes picos de corriente en el arranque.

- Se detiene utilizando el freno el cual actúa a 0,25 m por segundo. Es brusco, pero menos que el de una velocidad.

Con variador de Frecuencia:

- Se puede instalar en cualquier motor con reductor mejorando cualitativamente su funcionamiento. Regula la cantidad de corriente que alimenta el motor generando una curva de arranque y de frenado muy suaves. Esto elimina los picos de arranque y hace que el freno actúe cuando el ascensor se encuentra en una velocidad casi nula.
- La regulación de frecuencia se puede llevar a cabo en lazo abierto o en lazo cerrado.
- En Lazo Cerrado (con encoder) se instala un encoder en el motor, de manera que se sabe siempre a qué velocidad gira el motor, pudiendo así corregirse el diferencial entre la velocidad real y la teórica de la curva de arranque y de frenado.
- En Lazo Abierto (sin encoder) no hay un encoder que informe de la velocidad con que gira el motor, simplemente se le aplica una curva de corriente, no pudiendo así corregir el diferencial entre la velocidad real y la teórica de la curva de arranque y de frenado.

3.6.1.1.1.2. MOTORES GEARLESS (SIN REDUCTOR):

Estos motores no necesitan reductor, porque no necesitan reducir la velocidad de giro de la polea tractora respecto de la velocidad de giro del motor, y para esto emplean un variador de frecuencia que modula la corriente que entra al motor con una curva muy suave y transmite la velocidad de giro apropiada a la polea tractora.

Características

- Al no tener reductor se eliminan rozamientos haciendo motores muy silenciosos.
- Mayor rendimiento del motor por no tener que compensar la fricción del reductor.
- Dimensiones mucho menores, como podemos ver en la Fig. 3-3, es más compacto.
- Suele emplear rodamientos, así que tampoco necesita aceites para lubricar, por lo que es más respetuoso con el medio ambiente.
- Arranca y se detiene de forma suave.
- No presenta picos de intensidad.
- El freno actúa cuando el ascensor está prácticamente detenido (casi 0 m/s).
- El desgaste es bastante inferior que con reductor.



Fig. 3-3 - Motor sin Reductor

(Fuente: Catálogo Componentes MP ascensores)

3.6.1.1.2. FRENO

El sistema de frenado con el que cuentan los ascensores debe activarse de forma automática cuando se presenta una pérdida de energía eléctrica en los circuitos de control. Sin embargo esto solo debe suceder en tanto en cuanto la cabina se encuentre en estado de reposo.

La actividad de frenado es llevada a cabo por un freno de fricción electromecánica. Dicho freno tienen la capacidad de proporcionar “un par de frenada” para una carga equivalente al 125% de la carga nominal.

El tipo de freno más comúnmente utilizado es el denominado “de tambor”. Este tambor debe estar unido a la polea o tambor de arrollamiento mediante un enlace mecánico.

Sobre el tambor de freno actúan dos zapatas empujadas por resortes. La tensión entre ambas zapatas puede regularse con el objetivo de aumentar o disminuir la fuerza de frenado. Cuando se pone en tensión el electroimán que las acciona, las zapatas se separan del tambor, de modo que, en caso de que no haya tensión debido a un fallo en el suministro de energía eléctrica, el grupo tractor está frenado.

La citada norma UNE EN 81-1 recomienda que el corte de la corriente eléctrica que produce la apertura del freno, deba ser realizado al menos por dos dispositivos eléctricos con los que realizan el corte de corriente que alimenta el motor del grupo tractor. Estos dispositivos pueden ser independientes o no.

Este sistema se completa con los sensores de presencia; que se encuentran ubicados en cada piso, y una dinamo tacométrica la cual es la encargada de proporcionar la tensión de salida según sea la velocidad angular de la entrada. Su accionamiento permite que se frene de forma paulatina cuando se recibe la señal de los sensores de piso, hasta que una vez alcanzada la tensión nula; es decir, la parada totalmente la cabina, entra en funcionamiento el freno mecánico de tambor.

En la Fig. 3-4 podemos ver un freno de tambor de doble varilla.

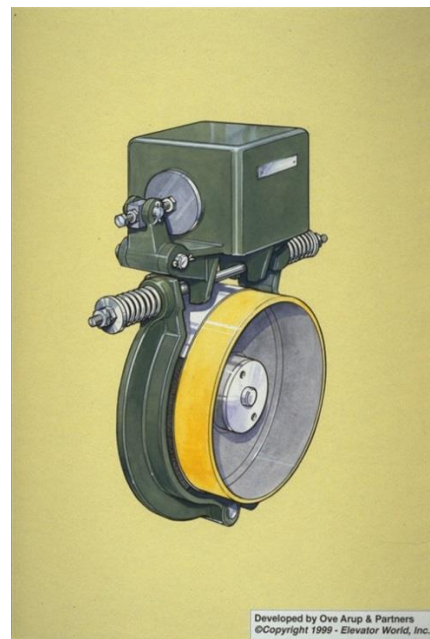


Fig. 3-4 - Freno de tambor de doble varilla

(Fuente: <http://www.thailiftparts.com/part3.html>)

3.6.1.1.3. POLEA DE TRACCIÓN

La polea de tracción es un elemento que cumple dos funciones:

- Soportar los esfuerzos transmitidos por los cables
- Transmitir la tracción a los cables por medio de adherencia.

Es por esto último que su etapa de diseño debe ser llevada a cabo de forma muy meticulosa.

Las poleas que arrastran los cables poseen tres características definitorias:

- El diámetro,
- El perfil de los canales o gargantas
- El material de que están fabricadas.

El diámetro viene determinado en función de la velocidad de desplazamiento de la cabina.

El perfil de las gargantas de las poleas de arrastre, influye en la durabilidad de los cables. Los más utilizados son los perfiles trapezoidales y los semicirculares.

El material empleado para su construcción suele ser la fundición de hierro gris. Hoy día se emplean mucho en motores sin reductor las poleas de plástico.

En la Fig. 3-5 se puede ver una polea de tracción.



Fig. 3-5 – Polea Tractora

(Fuente: <http://www.controls.cl/pags/productos.php>)

3.6.1.2. CIRCUITO DE ELEVACIÓN:

Consta de Cabina, Cables y contrapeso.

3.6.1.2.1. CABINA

La cabina es el elemento portante del aparato elevador el cual está formado por dos elementos: el bastidor y la caja. La cabina debe cumplir con unas determinadas características, como lo son: la comunicación permanente e inmediata con una empresa que preste un servicio de intervención rápida, garantizar una ventilación apropiada y eficiente para que en el caso de una parada prolongada, los ocupantes estén fuera de peligro y con buena iluminación y finalmente disponer de una salida de socorro.

- **Bastidor de acero:** es el elemento resistente al que se encuentran fijados tanto los cables de suspensión, como la estructura que soporta la caja e igualmente el sistema de paracaídas. Para su diseño es necesario que el coeficiente de seguridad sea de un mínimo de 5. Las uniones se hacen a través de pernos con arandelas de seguridad. Las soldaduras no son tan comunes aunque se permiten en tanto en cuanto ofrezcan las suficientes garantías de seguridad.
- **Caja.** Está fija al bastidor y es el elemento destinado a portar la carga o los pasajeros que hagan uso del ascensor. Debe estar completamente cerradas por medio de paredes, suelo y techo; con la excepción de los accesos y debe construirse a ser posible en materiales metálicos o de resistencia equivalente y que sean igualmente incombustibles.

3.6.1.2.2. CONTRAPESO

Para que los cables tengan adherencia sobre la polea de tracción, y las tensiones sean aproximadamente similares, se coloca un contrapeso en el extremo opuesto del cable. El contrapeso equilibra el peso de la cabina y de una porción de la carga nominal, que permite reducir el peso a arrastrar por parte del grupo tractor y por supuesto también de la potencia motor que sea necesaria.

Se constituye de pesas de bloques de hormigón que se encuentran unidos por un bastidor o por 2 tirantes de acero, los cuales contarán con un coeficiente de seguridad de 5. Las uniones del bastidor están soldadas por medio de pernos múltiples con pasadores en las tuercas.

Si el espacio para el contrapeso es muy reducido y éste debe tener un tamaño inferior se usan bloques de mayor densidad, siendo los más comunes las pesas férricas, más costosas que las de hormigón, y las de plomo las más costosas de las tres.

La unión del bastidor con los cables también puede ser mediante una polea como podemos ver en la Fig. 3-6

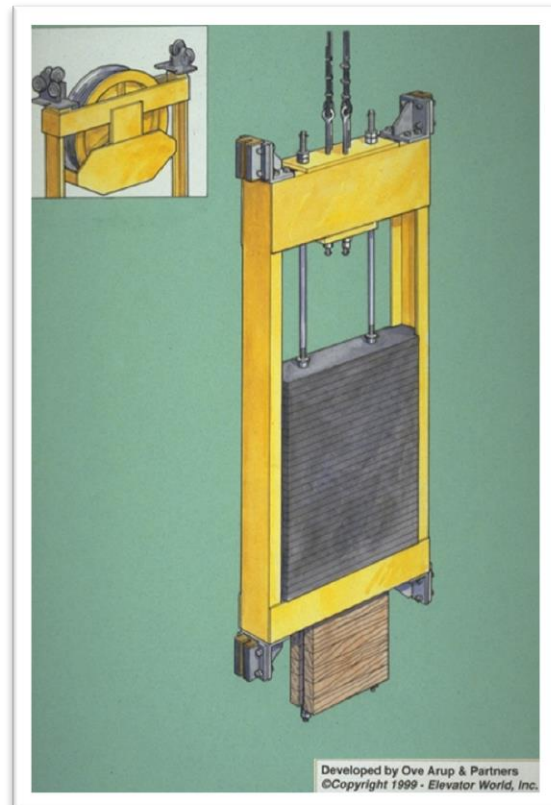


Fig. 3-6 Contrapeso
(Fuente: <http://www.thaifitparts.com/part3.html>)

3.6.1.2.3. CABLES DE TRACCIÓN

Los cables que se utilizan normalmente para la fabricación de elevadores se componen de alambres de acero enrollados entre sí. Estos forman cordones los cuales a su vez se enrollan sobre un alma central. Este conglomerado de elementos debe ser capaz de resistir el esfuerzo de tracción que resultan del movimiento y desplazamiento de la cabina.

Los elementos que componen un cable son:

- **Alambres:** Fabricados con acero trefilado al horno, con una carga de rotura a tracción entre 1200 y 2000 MPa.

- **Cordones:** Estructuras simples que son formadas trenzando los alambres sobre un alma o entre ellos mismos.
- **Almas:** son núcleos alrededor de los cuales se enrollan los alambres y los cordones. Normalmente son fabricados con materiales metálicos o fibras textiles vegetales (algodón, cáñamo,...) fuertemente cubiertas con una grasa especial que asegura que el cable se encuentre engrasado durante un tiempo muy prolongados.
- **Cabos:** Están conformados por agrupaciones de varios cordones en torno a un alma y se utilizan para formar otras estructuras.

Estos elementos constituyentes del cable se pueden apreciar en la Fig. 3-7

Las principales características de los cables de suspensión de ascensores son el material de los alambres, los cordones y su estructura transversal, la estructura transversal de los cables y el sistema de trenzado tanto de cordones como de cables.

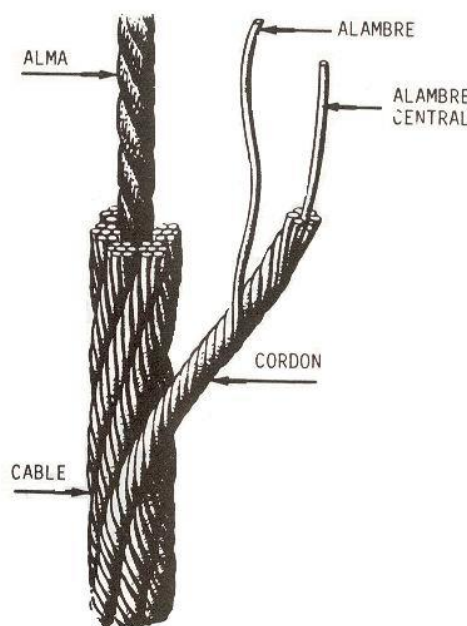


Fig. 3-7 – Constitución de un Cable

(Fuente: <http://dim.usal.es/areaimg/guia%20P.%20I/ascensores.htm>)

3.6.1.3. CIRCUITO DE LIMITADOR DE VELOCIDAD:

3.6.1.3.1. LIMITADOR DE VELOCIDAD

Este sistema está conformado por dos poleas y un cable. La primera ubicada en el cuarto de máquinas y otra en el foso que, con una pesa, funciona como tensora del cable del limitador de velocidad. En estas dos poleas, discurre un cable abierto cuyos ramales están

unidos a la cabina del ascensor, uno de ellos al bastidor de la cabina y el otro al paracaídas de cabina.

Como muestra la siguiente imagen, la polea superior tiene un sistema centrífugo; se trata de la polea que sigue con un muelle la forma casi cuadrada solidaria a la polea, cuando se supera la velocidad prefijada (que es superior a la nominal), vence la resistencia del muelle; entrando así en funcionamiento el sistema de bloqueo que detiene la polea principal y el cable, que al detenerse, acciona el mecanismo paracaídas.



Fig. 3-8 - Limitador de Velocidad
(Fuente: <http://www.mplifts.com/portal/web/guest/148>)

3.6.1.3.2. MECANISMO PARACAÍDAS

Es un sistema que permite que la cabina se detenga si adquiere una velocidad superior a la nominal, que es la determinada por la norma UNE EN 81-1.

Dicha aceleración anómala puede ser desencadenada por el fallo o rotura de los cables, el grupo tractor u otro de los componentes vitales para el desplazamiento del ascensor. Es entonces cuando, tras superar la velocidad nominal, el circuito del limitador de velocidad acciona el paracaídas.

Cuando el limitador de velocidad gira a una velocidad superior a la nominal, se enclava, haciendo que el cable del limitador tire del paracaídas, accionando una timonería que desplaza verticalmente las dos varillas de actuación bloqueando la cabina. Este bloqueo es conseguido por la actuación de las zapatas o los rodillos del paracaídas contra las guías consiguiendo así un frenado menos brusco.



Fig. 3-9 – Paracaídas instantáneo

(Fuente: <http://www.gervall.com/productos/esp/productos.htm>)

Los mecanismos de paracaídas se clasifican en función de:

Tipo de actuación

- Paracaídas de acción instantánea (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)
- Paracaídas de acción progresiva (Fig. 3-10)

Sentido de acuñaamiento

- De simple efecto (acuña sólo en bajada) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y Fig. 3-10)
- De doble efecto o bidireccional (acuña tanto en subida como en bajada) (Fig. 3-11)



Fig. 3-10 – Mecanismo Paracaídas de acción progresiva y simple efecto
(Fuente: <http://www.gervall.com/productos/esp/productos.htm>)

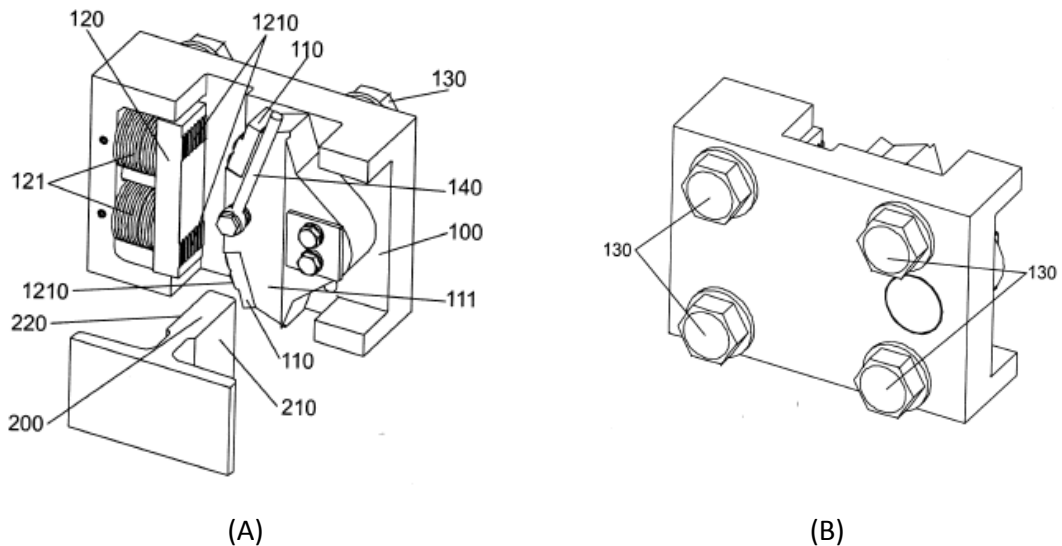


Fig. 3-11 Paracaídas bidireccional para cabinas de ascensor
(Fuente: Patente ES 2 284 356 A1 de la Oficina Española de Patentes)

Aquí incluimos una patente que explica en detalle el mecanismo de un paracaídas de doble efecto o bidireccional, es decir, paracaídas y parasubidas

Patente mecanismo paracaídas - ES-2284356_A1

Son conocidas en el estado de la técnica diversas realizaciones para conseguir una frenada de emergencia en una cabina de ascensor. Para conseguir un dispositivo de frenado de doble efecto, como paracaídas y parasubidas, se emplean dos mecanismos de palanquería, consiguiendo un parasubidas invirtiendo el paracaídas y colocándolo en la parte superior de la cabina del ascensor. Una solución de este tipo conlleva un sustancial aumento en el coste del dispositivo, puesto que se duplica tanto el mecanismo de palanquería como el sistema de frenado.

La invención descrita en el documento EP 1283189B1 muestra un dispositivo de frenada de seguridad para cabinas de ascensor. El dispositivo comprende un elemento de soporte para ser fijado a la cabina y al menos un bloque de freno que actúa sobre una guía. El bloque de freno está fijado en una placa base que se mueve perpendicularmente a la guía respecto al elemento de soporte. Una palanca gira en torno a un eje posicionado en la placa base opuesta al bloque de freno y es movida desde una posición libre a una posición de frenada donde la guía es abrazada entre el extremo libre de la palanca y el bloque de freno.

Descripción de la invención La presente invención propone un aparato que soluciona los problemas presentes en el estado de la técnica señalados anteriormente como se define en la reivindicación 1.

Aspectos adicionales de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

En el aparato de la invención:

- Los primeros medios de fricción pueden ser regulables para permitir frenar ascensores con distintas masas.
- Los segundos medios de fricción están configurados para proporcionar un coeficiente de fricción total necesario para poder frenar el ascensor.
- Los primeros medios de fricción y los segundos medios de fricción pueden comprender una cara de contacto con la guía provista de una pluralidad de estrías.
- Los medios de compresión pueden comprender una pluralidad de arandelas apiladas para formar un resorte y proporcionar una carrera y fuerza necesaria para frenar el ascensor.
- Los medios de desplazamiento y transmisión de esfuerzo pueden comprender cuatro tornillos colocados en una posición posterior de los medios de soporte.
- El eje de la leva puede comprender un casquillo auto lubricado para facilitar un giro de la leva y para proporcionar un bajo coeficiente de rozamiento para facilitar un desacuchamiento.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

La Fig. 3-11 (A) es una vista en perspectiva que muestra el aparato de la invención y una porción de una guía de ascensor.

La Fig. 3-11 (B) es una vista de la parte posterior del aparato de la invención que muestra los medios de guiado y transmisión de esfuerzo constituidos por cuatro tornillos.

Descripción de una realización preferida de la invención Seguidamente se describe, con ayuda de las figuras, una realización preferida de la invención.

La invención se refiere a un aparato de frenado como paracaídas y como sobre velocidad en subida, realizando ambas funciones un solo aparato. El dispositivo elástico de fuerzas es proporcionado por arandelas de resorte 121, que forman un conjunto de muelle de presión. Las fuerzas de frenado y desplazamiento de traslación horizontal, así como las holguras de funcionamiento en reposo, son absorbidas por cuatro tornillos de desplazamiento 130 que deslizan sobre taladros rasgados realizados sobre los largueros de los estribos.

El conjunto del paracaídas comprende dos mordazas según las figuras 1 y 2 que actúan sobre las dos guías laterales 200 del ascensor presionando las cuñas 110 y las zapatas 120 sobre las guías 200, que por fricción o desgarramiento del material de las guías 200, proporcionan una fuerza de frenado que ocasiona la parada del ascensor, con una deceleración definida.

Las piezas o componentes más importantes del aparato son:

- Medios de soporte o soporte 100: elemento portante de todos los componentes del aparato. Sobre el soporte 100 recaen todos los esfuerzos del frenado y de compresión de las arandelas muelle 121.
- Leva 111: actúa sobre la guía 200. Provoca el efecto leva y consigue el desplazamiento de los medios de soporte 100 necesario para absorber las holguras de su posición de reposo sobre las guías para conseguir el aplastamiento de las arandelas de muelle 121, obteniendo la fuerza de presión necesaria sobre la guía 200 para provocar la fricción de frenado.
- Primeros medios de fricción o cuña 110: proporciona al aparato el acodalamiento y fricción necesaria para conseguir los desplazamientos de los medios de soporte 100 que provocan las fuerzas de presión sobre las guías 200. Los primeros medios de fricción o cuña 110 son regulables para permitir conseguir distintos intervalos de fuerzas para frenar distintas masas de vehículo o cabina. La cuña 110 junto con la zapata 120, proporcionan la fricción necesaria con el material de las guías 200 para frenar con una deceleración determinada.
- Segundos medios de fricción o zapata 120: proporciona al aparato el coeficiente de fricción total necesario para poder frenar debido a las estrías 1210 que lleva en la cara de contacto con la guía. Esta pieza es flotante y desliza sobre los ejes portantes de las arandelas muelle 121 en el recorrido de compresión de estas.
- Medios de rotación o bulón de la leva 111: soporta las fuerzas de acodalamiento y compresión de las arandelas resorte 121. Lleva incorporado un casquillo autolubricado que facilita el giro de la leva 111 sometida a alta presión. Su autolubricación proporciona un bajo coeficiente de rozamiento que facilita el desacuñamiento.
- Medios de guiado o bulón de la guía: componentes portantes de las arandelas muelles 121, permitiendo el deslizamiento en su desplazamiento de compresión. Permite la flotación y fijación de la zapata 120.
- Medios de compresión o arandelas muelle 121: piezas dispuestas en una posición determinada para formar un muelle o resorte y proporcionar la carrera y fuerza necesaria para frenar el vehículo o cabina.
- Medios de desplazamiento y transmisión de esfuerzo 130: Son cuatro tornillos colocados en la parte posterior del soporte 100 que permiten el desplazamiento transversal del conjunto mordaza, para la absorción de las holguras y regulaciones. Sobre estos tornillos se transmiten los esfuerzos de frenado del vehículo.
- Medio accionamiento o tornillo de accionamiento 140: este tornillo conecta la leva 111 con el conjunto de palancas del estribo, es decir, con parte del mecanismo de

detección de exceso de velocidad. Mediante los medios o tornillo de accionamiento 140 se consigue el movimiento de accionamiento de la leva 111.

A continuación se describe el funcionamiento del aparato de la invención:

Mediante el tornillo de accionamiento 140 de cada leva 111, conectados al conjunto de palancas que porta el estribo del ascensor, las levas 111 son accionadas al unísono en situación de emergencia. En esta situación, el paracaídas, conjunto de las dos mordazas, se comporta de la forma que se describe seguidamente:

Explicará el funcionamiento en modo paracaídas, puesto que el modo de accionamiento de frenado por velocidad en subida, es igual, únicamente invirtiendo el sentido del movimiento.

La actuación del limitador de velocidad en emergencia por sobrepasar la velocidad considerada, ocasiona que las levas 111 se queden en posición fija, motivado por el acodamiento del cable del limitador que actúa 5 sobre la palanquería del estribo.

Las mordazas, continúan desplazándose en sentido vertical. El eje de la leva 111 se desplaza en dirección vertical, provocando este movimiento el giro de la leva 111, acodándose dicha leva 111 mediante la cuña 110 sobre la guía 200; esto provoca un desplazamiento del soporte 100 en sentido horizontal y transversal a la guía 200, hasta que las holguras existentes entre la zapata 120, la cuña 110 y la guía son absorbidas 200. En este momento las arandelas muelle 121 se comprimen proporcionando a cada lado de la guía por el efecto de acción-reacción, la fuerza exigida para presionar la cuña 110 y la zapata 120 contra la guía 200, clavando las estrías que poseen ambas. La fricción necesaria para frenar y alcanzar el acuñaamiento, es obtenida por arranque de material de las estrías 1210 sobre la superficie de fricción de las guías 200.

La operación de desacuñaamiento del paracaídas se desarrolla en sentido contrario al acuñaamiento. La máquina de la instalación del ascensor tira del estribo, arrastrando la mordaza, que aunque presionada por la zapata 120 y la cuña 110, provoca un efecto leva en sentido contrario, favorable para desacuar; de esta forma se consigue desplazar el aparato de frenado a su posición de reposo.

Reivindicaciones:

1. Un aparato de frenado de emergencia de doble efecto para cabinas de ascensores que tiene: medios de soporte (100) configurados para ser acoplados a una cabina; primeros medios de fricción (110) configurados para ser aplicados en una primera dirección D1 sustancialmente perpendicular sobre una primera superficie (210) de una guía (200) del ascensor; segundos medios de fricción (120) configurados para ser aplicados en una segunda dirección D2 sustancialmente perpendicular sobre una segunda superficie (220) de una guía (200) del ascensor opuesta a la primera superficie (210) ; medios de compresión (121) que comprenden: un primer extremo, enfrentado a la segunda

superficie (220) , que comprende los segundos medios de fricción(120) ; un segundo extremo, opuesto al primer extremo, fijado a los medios de soporte (100) ; dicho aparato caracterizado porque comprende: una leva (111) sustancialmente prismática que tiene: una primera base para apoyar sobre los medios de soporte (100) ; una segunda base opuesta a la primera base; una pluralidad de primeras caras laterales que forman una primera porción convexa que comprende: una cara frontal enfrentada a la primera superficie (210) ; dos caras contiguas a la cara frontal que forman un ángulo agudo con la guía (200) del ascensor y provistas de los primeros medios de fricción (110) ; una pluralidad de segundas caras laterales que forman una segunda porción opuesta a la primera porción, comprendiendo dicha segunda porción un alojamiento configurado para permitir que la leva gire en torno a un primer eje: que atraviesa dicho alojamiento, siendo dicho primer eje perpendicular a la primera base, estando fijado dicho primer eje en los medios de soporte (100) ; medios de desplazamiento y transmisión de esfuerzo (130) para permitir un movimiento de los medios de soporte (100) en una tercera dirección sustancialmente perpendicular a una dirección definida por la guía del ascensor; medios de accionamiento (140) configurados para ser activados por un mecanismo de detección de exceso de velocidad del ascensor que comprenden: medios de conexión para conectar los medios de accionamiento (140) con la leva (111) por medio de una articulación que permite un giro entre la leva (111) y los medios de accionamiento (140) en torno a un segundo eje paralelo al primer eje, estando los medios de conexión situados en la segunda base de la leva prismática (111) a una distancia del primer eje para provocar un giro de la leva (111) en torno al primer eje cuando los medios de accionamiento (140) son activados; donde: los medios de soporte (100) están configurados para ser desplazados según la tercera dirección para que: 5los primeros medios de fricción (110) sean desplazados a lo largo de la primera dirección hasta ser aplicados a la primera superficie (210) de la guía (200) ;los segundos medios de fricción (120) sean desplazados a lo largo de la segunda dirección hasta ser aplicados a la segunda superficie (220) de la guía (200) ;la guía (200) sea mordida por los primeros medios de fricción (110) y los segundos medios de fricción (120) para alcanzar una fricción entre los primeros medios de fricción (110) , los segundos medios de fricción (120) y la guía (200) y así frenar el ascensor cuando los medios de accionamiento (140) son activados; la primera dirección, la segunda dirección y la tercera dirección son paralelas.

2. El aparato de la reivindicación 1 caracterizado porque los primeros medios de fricción (110) son regulables 10 para permitir frenar ascensores con distintas masas.

3. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1-2 caracterizado porque los segundos medios de fricción (120) están configurados para proporcionar un coeficiente de fricción total necesario para poder frenar el ascensor.

4. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1-3 caracterizado porque los primeros medios de fricción (110) y los segundos medios de fricción (120) comprenden una cara de contacto con la guía (200) provista de una pluralidad de estrías (1210).

5. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1-4 caracterizado porque los medios de compresión (121) comprenden una pluralidad de arandelas apiladas para formar un resorte y proporcionar una carrera y fuerza necesaria para frenar el ascensor.

6. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1-5 caracterizado porque los medios de desplazamiento y transmisión de esfuerzo (130) comprenden cuatro tornillos colocados en una posición posterior de los medios de soporte (100) , estando dichos tornillos configurados para deslizar sobre taladros rasgados realizados en largueros de un estribo de la cabina.

7. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1-6 caracterizado porque el eje de la leva comprende un casquillo autolubricado para facilitar un giro de la leva (111) y para proporcionar un bajo coeficiente de rozamiento para facilitar un desacuñamiento.

3.6.1.4. **INSTALACIÓN FIJA:**

3.6.1.4.1. HUECO

El hueco es el espacio que se destina para el desplazamiento del ascensor y del contrapeso. No se permite ninguna otra instalación o dispositivo no relacionado con el ascensor (por ejemplo sistemas eléctricos, tuberías de agua, etc.)

El ascensor debe estar diseñado para imposibilitar el acceso al hueco salvo en los casos de mantenimiento y emergencia. Así mismo, en estos casos, también debe imposibilitar el uso ordinario del ascensor.

Las paredes del hueco se deben fabricar con materiales que no generen polvo, que sean muy resistentes, incombustibles, y que no contengan revestimientos que puedan dar lugar a originar gases y humos en el caso de que un incendio se produzca. Las dimensiones exigibles para el diseño del ascensor se encuentran en la Norma UNE EN 81-1.

3.6.1.4.2. GUÍAS

Hay dos tipos de guías, las de la cabina y las del contrapeso:

Las guías de la cabina, conducen a esta en su desplazamiento y sirven de apoyo en el supuesto caso de rotura que los cables se rompan. Por tanto, su resistencia debe ser proporcional al peso total de la cabina junto con la carga, y estar perfectamente alineadas. Los tramos deben unirse con placas adecuadamente siendo su perfil preferible en forma de T o en forma de V tal y como la norma lo especifica y permite.

Las guías del contrapeso tienen como función el guiado del mismo y en algunos casos también se diseñan para soportar su acuñamiento en caso de superar la velocidad nominal. Pues hay casos en los que el contrapeso también tiene sistema de acuñamiento

(si la proyección vertical del contrapeso se sitúa sobre zonas de tránsito de personas). Su perfil preferible es también en forma de T.

3.6.1.4.3. AMORTIGUADORES

Los elevadores deben tener amortiguadores para que en el caso de no activación del paracaídas, puedan detener la cabina o el contrapeso. La instalación es llevada a cabo en el foso al final del recorrido de la cabina o el contrapeso o también hay casos en que dicha instalación se encuentra en la parte inferior de los bastidores.

Existen 3 clases de amortiguadores:

Elásticos: Los cuales se conforman de un cilindro de caucho y son comúnmente utilizados para cuando las velocidades de cabina no superen los 0.6m/s.

De resorte: Son los más comúnmente utilizados. Están compuestos por un alambre de sección circular de forma helicoidal. También se les denomina como amortiguadores de acumulación de energía y pueden utilizarse para velocidades de cabina que no superen los 1.75 m/s.

Hidráulicos: Los forma un émbolo hueco que se ajusta a un cilindro. Esto forma el cuerpo del amortiguador. El cilindro contiene un aceite, el cual, al bajar el émbolo presionado por la carga exterior, este va entrando en su interior por pequeños agujeros regulables y que es la que determina la velocidad del descenso. Existe igualmente in muelle, el cual es comprimido cuando el émbolo baja y que a su vez tiene la función de recuperar la posición inicial, en el momento en que hay ausencia de carga. Sirven para cualquier tipo de velocidad de cabina.

Sin embargo, la normativa EN 81-1 propone una clasificación diferente:

Amortiguadores de acumulación de energía: Estos no se pueden utilizar para elevadores con una velocidad nominal superior a 1m/s. Fig. 3-12 (A y B)

Amortiguadores de acumulación de energía con amortiguación del movimiento de retorno. Utilizados en ascensores con una velocidad nominal no superior a 1,6 m/s.

Amortiguadores de disipación de energía. Se pueden usar en ascensores que utilicen cualquier velocidad. Fig. 3-12 (C)

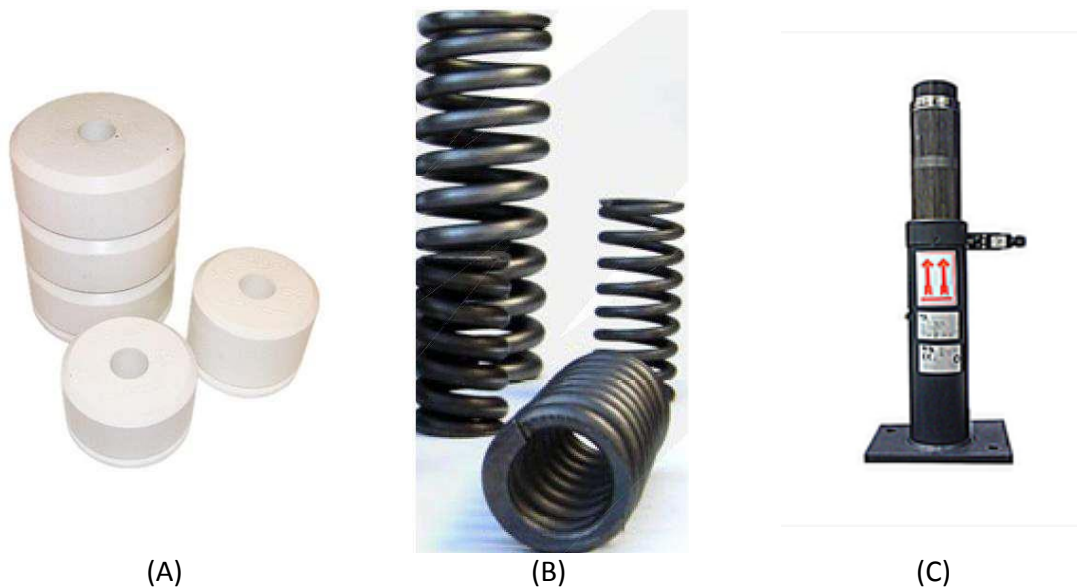


Fig. 3-12 – Tipos de Amortiguadores (A) Puffer, (B) Resortes helicoidales, (C) de disipación de energía
Fuente (A) <http://www.stinglonline.de/main-menu/products/lift-buffers.html?L=1>,
Fuente (B) <http://www.indiamart.com/asianelevatorscontrol/elevator-accessories.html> ,
Fuente (C) <http://www.elevatorequipment.co.uk/home/section-2-lift-equipment/hydraulic-oil-polyurethane-buffer-ranges/hydronic-ob-hydraulic-oil-buffer-range/ob16-hydraulic-oil-buffer#JumpToOptionAnchor:>

3.6.1.4.4. CUARTO DE MÁQUINAS

Son espacios cerrados los cuales están destinados para alojar los grupos tractores, los cuadros de maniobra y las poleas de reenvío. Solo podrán acceder a ellas el personal técnico encargado del mantenimiento y reparación.

Dicho cuarto no debe contener más que los elementos que estén vinculados con el ascensor y el material para su mantenimiento y conservación. Podemos ver un ejemplo en la Fig. 3-13.

Este cuarto debe ser instalado siempre en la parte superior aunque hay algunas excepciones, pero bajo ningún concepto adosado a locales habitados.



Fig. 3-13 - Cuarto de máquinas convencional

(Fuente: <http://www.thailiftparts.com/part3.html>)

3.6.1.4.5. FOSO

El foso es la parte inferior del recinto que se encuentra por debajo del nivel de la última para y el suelo debe ser impermeable y liso para así evitar posibles filtraciones de agua. En el foso es donde se deben instalar los amortiguadores. El foso debe ser lo suficientemente profundo como para que cuando la cabina se encuentre encima de los amortiguadores y estos estén comprimidos, todavía haya espacio para albergar un paralelepípedo de 0,50x0,60x0,80 metros.

El acceso al foso se hace por medio de un agujero dedicando exclusivamente a eso en el recinto. Si la profundidad es superior a 1.30 m hay que instalar una escalera para acceder a él. Según la normativa EN-81 establece que en el foso se instale un interruptor de parada de emergencia y una toma de corriente.

Podemos ver un ejemplo de foso muy completo en la Fig. 3-14 abajo.

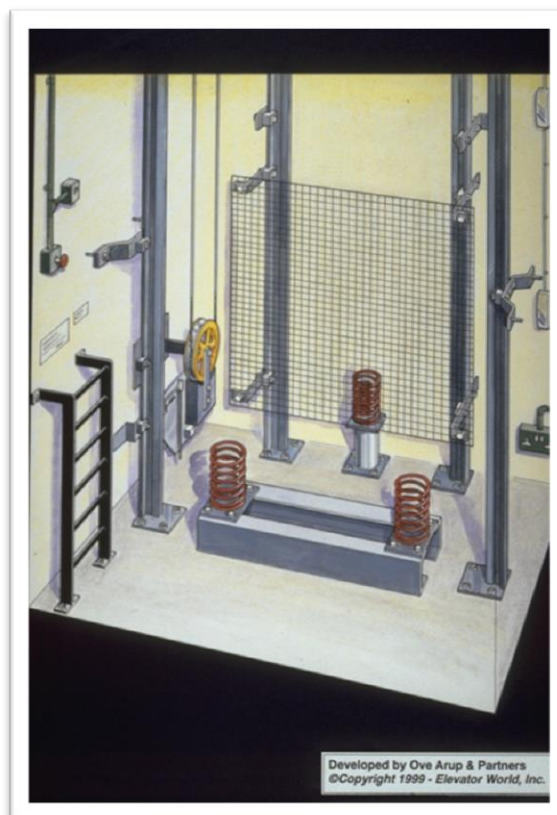


Fig. 3-14 - Foso típico de un ascensor
(Fuente: <http://www.thailiftparts.com/part3.html>)

3.6.1.4.6. SISTEMA DE SUSPENSIÓN Y POLEA DE DESVÍO

La tracción de los cables para que la cabina se desplace se puede realizar de dos formas:

- **Por adherencia** de los cables en la garganta de la polea de arrastre del grupo tractor.
- **Por arrollamiento** del cable en un tambor que hace girar el grupo tractor.

La tracción por adherencia tiene una serie de características que la hacen más ventajosa respecto a la de arrollamiento, que está ya en desuso..

1. Es más sencilla y como consecuencia, más económica.
2. Permite la instalación de ascensores de cualquier altura, limitada a unos 25 metros en sistemas de tambor.
3. Supone una seguridad extra en el caso en que los dispositivos finales de carrera, fallen.
4. Es por compensación de masas, así que no tiene que levantar en vilo la cabina exigiendo una potencia a desarrollar por el motor muy inferior a la de arrollamiento.

Al ser la tracción por adherencia mucho más ventajosa, pasamos a explicar los tipos de suspensión que se pueden emplear.

El sistema de suspensión está integrado por la polea de tracción, las poleas de reenvío o desvío y el elemento flexible que une unas con otras. Normalmente son utilizados cables de acero, pero también está permitido el uso de cadenas “tipo Galle”, siempre y cuando en ese tipo de ascensores los usuarios estén advertidos y para los montacargas con velocidad menos a 0,40 m/s.

La suspensión se ubicará dependiendo de dónde se instale la máquina y de las características del recinto, en relación con el espacio y su configuración. La máquina puede ubicarse en la parte superior o inferior pero es preferible en la superior puesto que es más económica y menos compleja.

La suspensión, como podemos ver en la Fig. 3-15 puede ser de dos tipos:

- **Directa** o de tipo 1:1 para cargas de hasta 2000 kg generalmente.
 - En la suspensión directa la velocidad lineal de la polea motriz coincide con la velocidad de la cabina
- **Diferencial** o de tipo 2:1, 3:1, 4:1
 - En suspensión diferencial la velocidad de cabina es dividida en el valor distinto de 1 con respecto a la velocidad de la polea motriz. En el caso de los ascensores Hidráulicos la velocidad de la cabina es multiplicada por dicho número.

TIPOS DE SUSPENSIÓN EN ASCENSORES ELÉCTRICOS

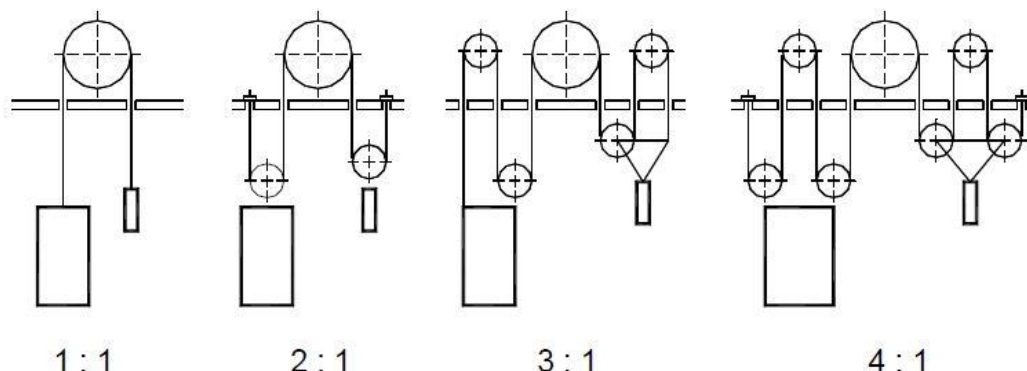


Fig. 3-15 - Tipos de Suspensión en ascensores Eléctricos
(Fuente: Colegio de Arquitectos de Galicia Pag C-3)

3.6.1.5. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS ASCENSORES ELÉCTRICOS

Tabla 3.1 - Ventajas e inconvenientes de los ascensores eléctricos

Ventajas	Inconvenientes
Sin limitaciones de recorrido.	Gran número de elementos sometidos a un mayor desgaste entre los que destaca los cables de tracción.
Mantenimiento comparativamente más económico.	Produce una sobrecarga sobre la estructura del edificio.
Potencia instalada menor a igualdad de prestaciones que uno hidráulico	Instalación poco flexible debido a sus características constructivas
Mejores rendimiento ($\eta \approx 45 - 60\%$) a igualdad de prestaciones que uno hidráulico	Necesidad de un contrapeso con el consecuente espacio ocupado en el hueco.
Uso más extendido.	

3.6.2. ASCENSORES HIDRÁULICOS

En este tipo de ascensores, para que la cabina se desplace es necesario un pistón el cual a su vez es movido por la fuerza transmitida por el aceite a presión, el cual es impulsado por un grupo hidráulico.

Son aparatos que permiten mucha flexibilidad en relación a la ubicación del cuarto de máquinas, permitiendo también omitir la utilización de un contrapeso, por tanto existe más aprovechamiento del espacio disponible. Sin embargo, es recomendable que la instalación se haga cerca al hueco, para así evitar grandes instalaciones de tuberías que a la larga disminuyan el rendimiento. Se componen principalmente de una central

hidráulica, un pistón, un cilindro, un bloque de válvulas de control del sistema hidráulico, un sistema de tuberías por donde discurra el aceite impulsor, un cuarto de máquinas y una cabina.

Existen dos clases de ascensores hidráulicos según el modo en que el fluido impulsa el movimiento de la cabina:

De impulsión directa: Llamados también de suspensión, en los que el pistón es acoplado directamente a la cabina bien sea en un lateral o bien sea debajo de ella. Este tipo de impulsión se aplica principalmente en ascensores que no vayan a realizar un recorrido muy extenso, aproximadamente de 4 metros. Para recorridos que superen esta distancia, es necesario construir un pozo que se encuentre debajo del nivel de foso, el cual permita albergar un cilindro/pistón.

De impulsión diferencial: Son también llamados de suspensión 2:1. En este tipo, el pistón se acopla a un sistema de poleas, las cuales transmiten el movimiento a la cabina. Este tipo, permite una mayor velocidad y mayor altura en el recorrido. En suspensión diferencial la velocidad de cabina es multiplicada por el valor distinto de 1 con respecto a la velocidad del pistón.

La elección de una forma u otra es técnica y de prestaciones, y dependerá del número de paradas y del recorrido del ascensor.

3.6.2.1. **CENTRAL HIDRÁULICA O GRUPO IMPULSOR HIDRÁULICO**

Es el elemento principal de este tipo de ascensores. Su cometido es generar la presión necesaria en el aceite hidráulico para elevar el pistón del cilindro. A la central hidráulica la componen el motor eléctrico el cual es el encargado de impulsar por medio de presión el aceite a través de las válvulas de maniobra y seguridad, enviándolo por una tubería al cilindro, cuyo pistón es el que transmite el movimiento.

Se puede decir que la central hidráulica es a los ascensores hidráulicos, lo que el grupo tractor a los ascensores eléctricos. El aceite que se utiliza como fluido para accionar el movimiento, funciona en circuito cerrado, por tanto es necesario instalar un depósito de aceite.

Los elementos que forman la central hidráulica pueden verse en la Fig. 3-16 y son:

Motor: El motor que mueve la bomba es de tipo asíncrono de corriente alterna con arranque en cortocircuito para potencias que sean menores a unos 15 CV o bien, que cuenten con un arranque estrella-triángulo de funcionamiento automático para potencias mayores.

Bomba: Las bombas que normalmente se utilizan en los grupos impulsores de este tipo de ascensores pueden ser de engranajes, de pistones rotativos o de husillos múltiples, las cuales son las más comúnmente utilizadas. El motor, es el que tiene la función de activarla por medio de un sistema de correas trapezoidales. Lo normal es que el motor y la bomba

formen del tándem de bloque impulsor, estando la bomba siempre o casi siempre sumergida en el mencionado depósito de aceite.

Bloque de válvulas: El bloque de válvulas está compuesto por las válvulas de maniobra del circuito hidráulico del ascensor. Pueden ser de funcionamiento electromagnético o basado en sistemas electrónicos. En las del primer tipo las funciones de control son realizadas por la maniobra eléctrica del ascensor mientras que en el segundo tipo se encarga un microprocesador. Éstas últimas son de incorporación reciente y presentan algunas ventajas importantes como un mayor confort o velocidades nominales de hasta 1 m/s entre otras.

Depósito de aceite: El depósito de aceite tendrá que tener una capacidad suficiente para que se realice el funcionamiento del ascensor en circuito cerrado. Es fabricado normalmente en materiales como chapa de acero con un tapón de carga en la tapa y otro para la descarga en un lateral en su parte inferior. Será también necesario dotarlo con un sistema para comprobar su nivel de llenado.

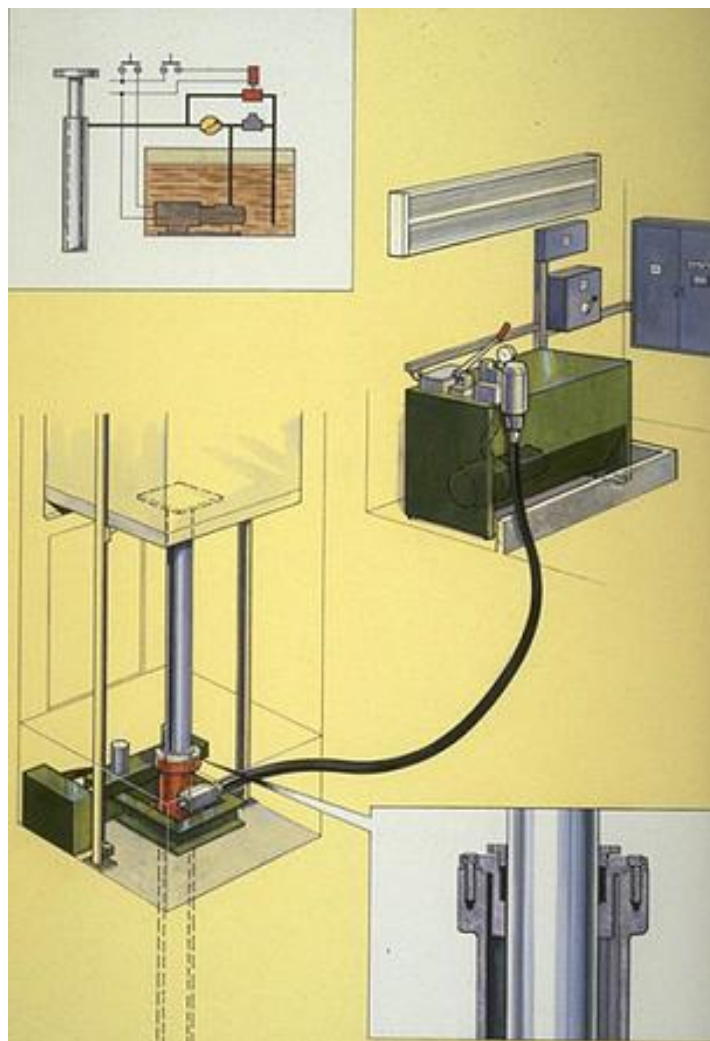


Fig. 3-16 - Central hidráulica o grupo impulsor hidráulico
(Fuente: <http://www.dwbliften.be/#!iets-meer-over-liften/c1f4j>)

3.6.2.2. CONJUNTO CILINDRO-PISTÓN HIDRÁULICO

El elemento esencial del ascensor hidráulico es el cilindro y el pistón.

El **cilindro** es un tubo de acero que se instala de forma vertical, en el cual su extremo inferior se encuentra cerrado y el superior abierto. El **pistón**, a su vez, está formado por un tubo de acero estirado en frío, el cual se encuentra mecanizado, pulido y bruñido. Este pistón puede ser simple, o puede ser fabricado en dos o tres secciones en el caso de que sea muy largo, denominándose por tanto pistón telescópico. Esta característica puede conllevar al encarecimiento del presupuesto.

Accionamiento del pistón

Existen dos tipologías claras, que podemos ver en la Fig. 3-17

Acción directa o suspensión 1:1: En los que la cabina es impulsada directamente por el pistón. Cuenta con todas las ventajas de la impulsión hidráulica sin embargo no llega a alcanzar grandes velocidades ni recorridos si los comparamos con los eléctricos.

Acción indirecta o suspensiones 2:1, 3:1, 4:1: Son los que transmiten el movimiento del pistón por medio de una acción impulsora sobre una polea la cual se encuentra unida por los cables de suspensión (elementos flexibles), al bastidor de la cabina. Permite alcanzar velocidades y recorrido mayores que los anteriormente descritos.

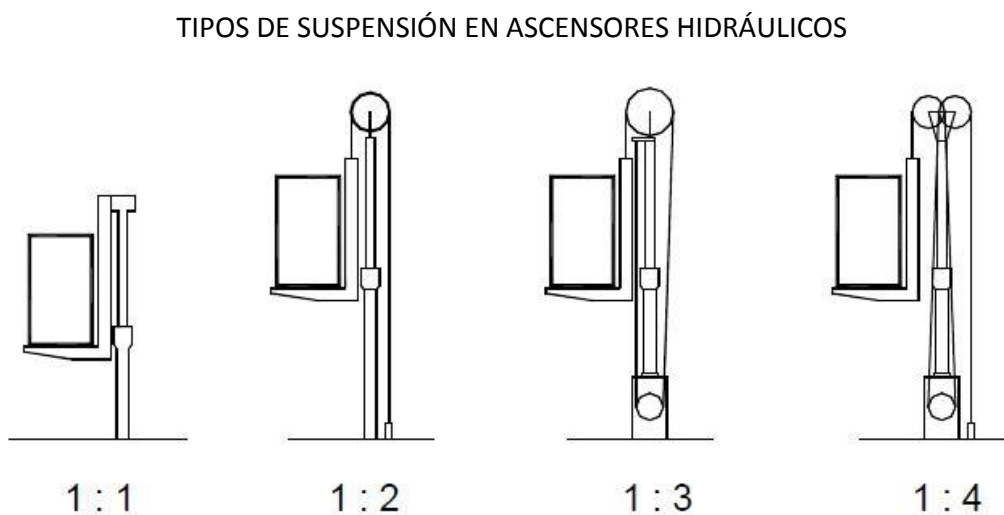


Fig. 3-17 - Tipos de suspensión en ascensores hidráulicos
(Fuente: Colegio de Arquitectos de Galicia Pag C-3)

Tiro

El tiro se refiere a la ubicación del pistón en el hueco respecto de la cabina, existen también dos tipologías.

Tipo central: En este caso el pistón y su cilindro son enterrados en el fondo del foso e impulsa al bastidor de la cabina desde abajo. Son frecuentemente utilizados para recorridos cortos, proporcionando también un gran aprovechamiento del espacio. Sólo puede emplear tiro directo.

Tiro lateral: Se puede fabricar con un único grupo pistón cilindro que esté instalado sobre el foso y cerca de alguna de sus paredes o de dos. Puede emplear tiro directo o diferencial.

El primero sólo es utilizado cuando las cabinas son muy estrechas, ya que la excentricidad de la carga sobre el émbolo produce un excesivo rozamiento en las guías y para recorridos cortos. El segundo caso, permite cargas superiores ya que estas se pueden repartir de forma equilibrada los dos pistones.

Pistones Telescópicos:

Los ascensores hidráulicos tanto de acción directa como indirecta pueden fabricarse con pistones telescópicos, podemos ver una infografía de un pistón telescópico en la Fig. 3-18.

Esto conlleva algunas ventajas:

- Permite que se amplíen los recorridos máximos posibles o también un acortamiento de los cilindros a igualdad de recorrido respecto a los pistones simples.
- Puede alcanzar velocidades de hasta 3 veces superiores de las que se pueden conseguir con pistones simples. Sin embargo suponen grandes inconvenientes como lo son una construcción más compleja, delicada y mucho más costosa además de un aumento del rozamiento y del riesgo de fugas (debido a un mayor número de juntas).

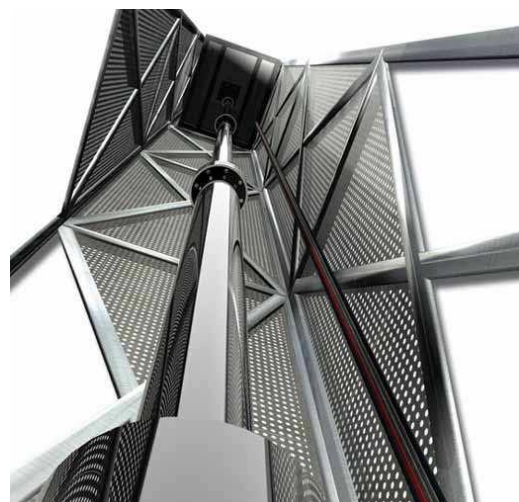


Fig. 3-18 – Infografía detalle de un pistón telescópico de acción directa

(Fuente:

<http://www.sermecltda.com/hidraulica.html>)

3.6.2.3. CONDUCCIONES PARA EL ACEITE

Las conducciones, son las encargadas de conducir el aceite desde la bomba hasta el cilindro. Éstas son rígidas y están hechas de acero estirado de uniones roscadas y sin soldaduras. Se encuentran equipadas con una o dos mangas elásticas intercaladas que impiden transmitir las vibraciones. Es muy importante, que en las tuberías sean instalados unos purgadores, ya que el aire que se encuentra dentro del aceite se descarga en la atmósfera por medio del purgador. Éste se encuentra normalmente en la cabeza del cilindro.

3.6.2.4. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS ASCENSORES HIDRÁULICOS

La elección de este tipo de ascensores, incorpora tanto ventajas como inconvenientes, las cuales son expuestas en la:

Tabla 3.2 Ventajas e inconvenientes de los ascensores hidráulicos

Ventajas	Inconvenientes
El cuarto de máquinas puede instalarse a gran distancia del hueco y en cualquier nivel del edificio	Potencia instalada mayor a igualdad de prestaciones que uno eléctrico.
Son silenciosos y fiables	Recorrido limitado a un máximo de unos 18 metros (6 pisos).
Son relativamente económicos de instalar	Velocidades nominales bajas
No tienen contrapeso lo que implica un mejor aprovechamiento del espacio disponible	Dependencia de la temperatura del Aceite
La nivelación de la plataforma con las paredes es exacta, ya que nivela independientemente de las condiciones de carga de la cabina	
No precisan paracaídas, muy seguros puesto que no existe riesgo de caída descontrolada	
Arrancada, parada y cambios de marcha suaves y silenciosos	

4. CAPITULOS DEDICADOS AL DESARROLLO DEL PROYECTO

Como vamos a diseñar un ascensor, y éste ha de adecuarse a un hueco, pensemos en qué ascensor podemos instalar.

Los elementos del ascensor deben estar dentro del hueco. En este caso, que es un ascensor eléctrico, tenemos una cabina y un contrapeso discurriendo por el hueco. La norma UNE-EN 81-1:2001 nos obliga a guardar unas distancias entre elementos fijos y móviles (cabina – hueco y contrapeso - hueco), y entre los elementos móviles y móviles (cabina - contrapeso). Además de poder abrir las puertas de cabina y pasillo.

Si marcamos unas dimensiones de hueco, éstas marcarán las dimensiones de cabina y puertas. Y si, como en nuestro caso, marcamos desde el principio unas dimensiones de cabina, éstas nos marcarán las dimensiones necesarias de hueco para instalar nuestro ascensor.

En el lugar que queremos instalarlo no tenemos limitaciones de espacio, como podemos tener en un hueco de escalera. Desde los embarques del ascensor hasta las viviendas hay un itinerario accesible. Es por esto que escogemos un ascensor que puede terminar de dar accesibilidad al edificio.

4.1. DIMENSIONES DE CABINA

El ascensor denominado Accesible está definido en el CTE (Código Técnico de la Edificación) como un ascensor con cabina de medidas 1.000 x 1.250 mm de superficie. Un ascensor con una cabina menor, en ancho o en fondo, no cumple con accesibilidad. Se puede instalar un ascensor mayor, pero a más superficie de cabina, más superficie de hueco, y más carga, y por consiguiente motores más potentes, mayor consumo, mayor coste de mantenimiento... En resumen, un ascensor con estas dimensiones de cabina accesible es más que suficiente. Es por esto último que empezaremos por las dimensiones de cabina.

Es de notar que si el edificio fuese de Obra nueva puede exigirse el instalar un ascensor que sea de 1.100 x 1.400 mm como ascensor para discapacitados. Y si el embarque es doble a 90° entrando por un lado y saliendo por el contiguo, 'las medidas mínimas de accesibilidad son de 1.400 x 1.400 mm.

4.2. CARGA

Al escoger un ascensor accesible, vemos que necesitamos definir un motor para soportar esta carga. La normativa de ascensores UNE-EN 81-1:2001 nos marca las cargas para las que deben estar los ascensores según la superficie de sus cabinas.

Tabla 4.1 – Superficie máxima de cabina en funcion de la carga
(Fuente: Norma EN 81-1)

Carga Nominal (masa)	Superficie útil máxima de cabina m ²	Carga Nominal (masa)	Superficie útil máxima de cabina m ²
100 ¹⁾	0,37	900	2,20
180 ²⁾	0,58	975	2,35
225	0,70	1.000	2,40
300	0,90	1.050	2,50
375	1,10	1.125	2,65
400	1,17	1.200	2,80
450	1,30	1.250	2,90
525	1,45	1.275	2,95
600	1,60	1.350	3,10
630	1,66	1.425	3,25
675	1,75	1.500	3,40
750	1,90	1.600	3,56
800	2,00	2.000	4,20
825	2,05	2.500 ³⁾	5,00
1) Mínimo para ascensor de una persona 2) Mínimo para un ascensor de dos personas. 3) Por encima de 2.500 kg añadir 0,16 m ² por cada 100 kg más. Para cargas intermedias se determina la superficie por interpolación lineal.			

El objetivo de esto, es sencillamente preparar el ascensor para tantas personas como quepan en el ascensor.

Nuestra cabina elegida es de 1.000 x 1.250 mm, es decir, una superficie de 1,25 m². Según la tabla, vamos a la superficie inmediatamente superior, 1,3 m², que nos obliga a soportar una carga nominal de al menos 450 kg.

4.3. CAPACIDAD

La norma UNE-EN 81-1:2001 nos marca por tanto también la cantidad de personas que podrán subir al ascensor. El número de pasajeros deberá ser el menor de los siguientes:

- Bien por la Ecuación 4-1, redondeando a la cifra entera inferior:

Ecuación 4-1

$$n^{\circ} \text{ pasajeros} = \frac{Q}{75 \text{ kg}}; \text{ Siendo } Q \text{ la Carga nominal del ascensor}$$

Aplicando nuestro caso particular a la Ecuación 4-1 obtenemos que

$$\text{pasajeros} = \frac{450 \text{ kg}}{75 \text{ kg}} = 6 \text{ pasajeros}$$

- O bien Por la Tabla 4.2, tomando el valor inmediatamente inferior.

Tabla 4.2 Numero de pasajeros en función de superficie útil de cabina
(Fuente: Norma EN 81-1)

Numero de pasajeros	Superficie útil mínima de cabina m ²	Número de pasajeros	Superficie útil mínima de cabina m ²
1	0,28	11	1,87
2	0,49	12	2,01
3	0,60	13	2,15
4	0,79	14	2,29
5	0,98	15	2,43
6	1,17	16	2,57
7	1,31	17	2,71
8	1,45	18	2,85
9	1,59	19	2,99
10	1,73	20	3,13
Por encima de 20 pasajeros se añaden 0,115 m ² por pasajero más			

Que nos lleva al valor inmediatamente inferior de 1,25 m², que es 1,17 m², que está asociado a 6 pasajeros.

Por lo que la cantidad de pasajeros de nuestro ascensor será de 6 pasajeros.

Tenemos ya un ascensor que ha de diseñarse para soportar una carga de 450 kg / 6 pasajeros, con unas dimensiones de ancho x fondo de 1 x 1,25 m. Por lo que Q = 450 kg.

La altura debe ser según normativa de 2 m como mínimo.

4.4. PESO DE LA CABINA

Nuestra futura cabina tendrá un peso determinado por:

- Dimensiones de cabina (cantidad de material)
- Cantidad de embarques (cantidad de puertas de cabina)
- Estribo (con estribo o autoportante)
- Decoración
 - o Material decoración (peso material)
 - o Espejo (cantidad y tamaño)
 - o Falso techo (acabado y materiales)
 - o Pasamanos (cantidad)
 - o Suelo (material: goma/vinilo, granito...)
- Puertas de cabina
 - o Dimensiones de puerta
 - o Tipo de puerta (bus, telescópicas, centrales, laterales...)
 - o Cantidad de hojas de puertas (asociado al tamaño pisaderas)
- Operadores de puertas (normal, alto tráfico, para puertas de cristal)
 - o Acabado (acero inoxidable, cristal...)

En nuestro caso, la cabina escogida para cumplir las necesidades de un edificio de viviendas incluidas las económicas es la descrita en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3 - Características de la Cabina a efectos de cálculo de cargas

Cabina	
Dimensiones de cabina	1.000 x 1.250 mm
Cantidad de embarques	1
Estribo	Si
Decoración	
Material Decoración	Melamina
Espejo	Medio espejo al fondo
Falso techo	Luminaria Led
Pasamanos	1 en el lado opuesto a la botonera
Suelo	Vinilo sobre madera
Puertas de Cabina	
Dimensiones de Puerta	800 mm
Tipo de Puertas	Telescópicas laterales
Cantidad de hojas	2 hojas
Operadores de puertas	Tráfico normal
Material de Puertas de Cabina	Chapa plegada

Esto nos lleva a las siguientes cargas descritas en la Tabla 4.4:

Tabla 4.4 - Cargas de Cabina - Cálculo de P

Elementos	Masa
Estructura cabina	279,90 kg
Estribo	220,00 kg
Puerta cabina	83,00 kg
Varios	74,50 kg
Decoración	116,00 kg
Cuerda maniobra	25,50 kg

4.5. DIMENSIONES DE HUECO

4.5.1. HOLGURAS ENTRE ELEMENTOS MÓVILES Y FIJOS

Como hemos comentado, las dimensiones de hueco y cabina están relacionadas.

Hay distancias mínimas entre elementos móviles y fijos:

- Cabina y hueco
- Contrapeso y hueco

Y también entre elementos móviles

- Cabina y contrapeso

Estas distancias mínimas son las holguras Y Vienen definidas por la norma UNE-EN 81-1:2001 en el apartado 11, podemos verlas en la Fig. 4-1.

La distancia horizontal entre la superficie interior del hueco del ascensor y la pisadera, el marco de la puerta de cabina o el borde de cierre de las puertas correderas de la cabina no debe exceder de 0,15 m.

Las holguras entre la cabina y la pared enfrentada a su acceso. Que vienen ilustradas en la Fig. 4-1

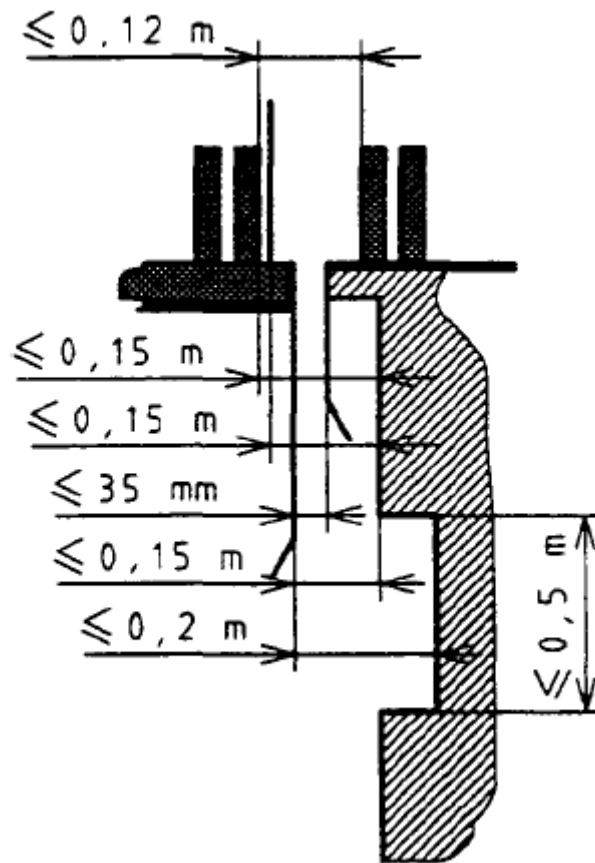


Fig. 4-1- Holguras entre cabina y pared enfrentada a su acceso
(Fuente: Normativa EN 81-1 Cap. 11.2.4)

- Entre las pisaderas (de cabina y de pasillo) no debe ser mayor de 35mm.
- Entre puertas de cabina y pasillo no debe exceder los 120 mm.
- Entre pisadera y pared de hueco no debe exceder los 150 mm.
- Entre pisadera y pared de hueco no debe exceder los 150 mm. Aunque puede llegar a 200 mm en horizontal en un espacio de no más de 500mm en vertical.
- Las holguras entre cabina y contrapeso y sus elementos asociados deben ser de al menos, 50mm.

4.6. CÁLCULO DE CARGAS

Carga nominal Q

Ya pudimos ver qué Carga nominal (Q) nos correspondía por la superficie de nuestra cabina en el apartado 4.3, $Q = 450 \text{ kg}$

Masa de Cabina

La masa de cabina será la suma de todas las masas que la componen y son solidarias a ella y glosadas en la Tabla 4.4 - Cargas de Cabina - Cálculo de P.

Ecuación 4-2

$$P = P_{estr.cab} + P_{estribo} + P_{puertas} + P_{varios} + P_{deco} + P_{cm}$$

Donde:

- $P_{estr.cab}$ es el peso de la estructura de la cabina
- $P_{estribo}$ es el peso de nuestro estribo de cabina
- $P_{puertas}$ es el peso de las puertas y el operador de cabina
- P_{varios} es el peso de los componentes de señalización y control de cabina
- P_{deco} es el peso de la decoración total de cabina
- P_{cm} es el peso del cordón de maniobra que pende de la cabina
 - $P_{cm} = P_{lcm} \cdot (Recorrido + 5)$, nuestro recorrido es de 12m y donde P_{lcm} es el peso del cordón de maniobra por metro lineal

Sustituyendo los valores de la Tabla 4.4 en la Ecuación 4-2, obtenemos P.

$$P = 279,9 + 220 + 83 + 74,5 + 116 + 25,5 = 798,90 \text{ kg}$$

4.7. CÁLCULO DEL CONTRAPESO

Como hemos comentado, el contrapeso tiene como objeto equilibrar el peso de la cabina y de una parte de la carga nominal, que suele ser el 50 %. Reduciendo así considerablemente el par motor necesario y la potencia necesaria para elevar la cabina.

Ecuación 4-3

$$Z = P + Q \cdot q$$

Siendo:

Z Masa del contrapeso

P Masa de la Cabina

Q Carga nominal del ascensor

q Factor de contrapesado, en nuestro caso, $q = 0,5$

Esta fórmula desprecia el peso de los cables, se puede aplicar siempre y cuando no se exceda un recorrido de 33 m, si se alcanza o supera este recorrido, es necesario colocar además una cadena de compensación que podemos ver cómo cuelgan de la parte inferior de cabina y contrapeso en la Fig. 4-2. Cuando los cables alcanzan una longitud considerable, su peso no se puede despreciar, ya que empieza a influir en la diferencia entre las masas de cabina y contrapeso.

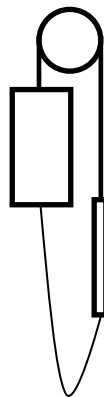


Fig. 4-2- Esquema del circuito de elevación.

El caso que nos ocupa es el de una casa de 4 plantas, que supone un recorrido de 12 m aproximadamente, por lo que despreciaremos el peso de los cables.

En nuestro caso, como vimos en $P = 798.90$ kg. Y $Q = 450$ kg, aplicando la Ecuación 4-3

$$Z = 798.90 + 450 \cdot 0,5 = 1.023.9 \text{ kg}$$

4.8. CÁLCULO DE LAS GUÍAS

La resistencia de las guías, sus uniones y sus fijaciones deben soportar las cargas y fuerzas a que se someten para asegurar un funcionamiento seguro del ascensor. Los aspectos para un funcionamiento seguro del ascensor respecto a las guías están desglosados en [16] la (norma EN 81-1 Capítulo 10.1)

Las características de las guías son las que determinarán si cumplen o no con la normativa. Para ello deben calcularse fuerzas y esfuerzos que actúan sobre ellas y determinar si las soportan con solvencia cumpliendo con los límites marcados por la normativa EN 81-1 para garantizar así un funcionamiento seguro del ascensor.

El método para determinar la validez de las guías se describe en [17] (ANEXO G de la normativa EN 81-1)

Se consideran los siguientes puntos de partida:

- La carga nominal Q no está distribuida uniformemente en toda el área de cabina sino que se distribuye en las tres cuartas partes.
- El mecanismo paracaídas actúa simultáneamente sobre las guías y las fuerzas de frenado se distribuyen por igual.
-

4.8.1. TIPOS DE ESFUERZOS QUE SE DEBEN CALCULAR

Para evaluar la idoneidad de las guías seleccionadas deben evaluarse los esfuerzos que actúan sobre las guías, que son los siguientes:

- Esfuerzo de flexión.
- Esfuerzo de pandeo
 - o por el peso de la cabina (o contrapeso) y la carga nominal.
 - o durante la carga y descarga de la cabina en la pisadera.
- Torsión en la base de la guía.

Hay puntos o elementos que no tendrán influencia sobre nuestra instalación y serán los siguientes:

- La fuerza del viento, debido a que es una instalación completamente cubierta.
- Las fuerzas debidas a la masa de equilibrado u otros equipos auxiliares de los que no dispone esta instalación.

4.8.1.1. ESFUERZO DE FLEXIÓN

Esfuerzo de flexión sobre la guía respecto del eje Y, debido a las fuerzas de Guiado:

Cuando actúa el **dispositivo de seguridad o paracaídas**, no nos afecta el punto de amarre de los cables (S) pues la cabina se aferrará a las guías con las cuñas del paracaídas, y no penderá de los cables, o será despreciable, se aplicará la Ecuación 4-4.

Ecuación 4-4

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h}$$

Cuando se encuentra en **funcionamiento normal**, debemos tener en cuenta el punto de amarre de los cables pues la cabina se aferrará a las guías con las cuñas del paracaídas, se aplicará la Ecuación 4-5.

Ecuación 4-5

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S))}{n \cdot h}$$

Cuando se encuentra en **carga o descarga**, debemos tener en cuenta el punto de amarre de los cables pues la cabina se aferrará a las guías con las cuñas del paracaídas, se aplicará la Ecuación 4-6.

Ecuación 4-6

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h}$$

Ecuación 4-7

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}$$

Ecuación 4-8

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

Esfuerzo de flexión sobre la guía respecto del eje X, debido a las fuerzas de Guiado:

Cuando actúa el **dispositivo de seguridad o paracaídas**, no nos afecta el punto de amarre de los cables (S) pues la cabina se aferrará a las guías con las cuñas del paracaídas, y no penderá de los cables, o será despreciable, se aplicará la Ecuación

Ecuación 4-9

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h}$$

Cuando se encuentra en **funcionamiento normal**, debemos tener en cuenta el punto de amarre de los cables pues la cabina se aferrará a las guías con las cuñas del paracaídas, se aplicará la Ecuación 4-10

Ecuación 4-10

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y - y_S))}{\frac{n}{2} \cdot h}$$

Cuando se encuentra en **carga o descarga**, debemos tener en cuenta el punto de amarre de los cables pues la cabina se aferrará a las guías con las cuñas del paracaídas, se aplicará la Ecuación 4-11

Ecuación 4-11

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{\frac{n}{2} \cdot h}$$

Ecuación 4-12

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}$$

Ecuación 4-13

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Donde:

- F_x es la fuerza de flexión sobre la guía respecto del eje Y en [N];
- F_y es la fuerza de flexión sobre la guía respecto del eje X en [N];
- x_Q es el punto de aplicación de la carga nominal respecto al eje X en [mm];
- x_P es el punto de aplicación de la masa de cabina vacía respecto al eje X en [mm];
- h es la longitud entre rozaderas [mm];
- M_x es el momento de flexión respecto al eje X [N·mm];
- M_y es el momento de flexión respecto al eje Y [N·mm];
- l es la distancia máxima entre fijaciones de guías [mm];
- W_x es el módulo de superficie de la sección transversal respecto al eje X [mm³]

- W_y es el módulo de superficie de la sección transversal respecto al eje Y [mm³]
- k_1 es el factor de impacto por funcionamiento del paracaídas que se obtiene de la Tabla 4.5 - Factores de Impacto Ecuación 4-7, donde podemos ver que a nuestro paracaídas progresivo le corresponde $k_1 = 2$.

Tabla 4.5 - Factores de Impacto

Impacto por	Factor de impacto	Valor
Actuación de paracaidas instantáneo o dispositivo de bloqueo, excepto de tipo de rodillo	k_1	5
Actuación de paracaidas instantáneo de tipo rodillo, o dispositivo de bloqueo de tipo de rodillo, o dispositivo de retén con amortiguador de tipo de acumulación de energía, o amortiguador de acumulación de energía		3
Actuación de paracaídas progresivo o dispositivo de bloqueo progresivo, o dispositivo de retén con amortiguador de tipo de disipación de energía o amortiguador de tipo de disipación de energía		2
Valvula paracaídas		2
Funcionando	k_2	1,2
Partes auxiliares	K_3	(...) ¹⁾
1) El valor tiene que determinarse por el fabricante, puesto que depende de cada instalación real.		

4.8.1.2. ESFUERZO DE PANDEO

Cuando por excentricidades de la carga en la cabina, las guías soportan fuerzas horizontales de pandeo, esta fuerza se calcula mediante la siguiente expresión

Sobre las guías de cabina:

Ecuación 4-14

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + Q)}{n};$$

Sobre las guías de contrapeso:

Ecuación 4-15

$$F_c = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + q \cdot Q)}{n}$$

Donde:

- P es el peso de la cabina en vacío(y los componentes que le cuelgan cuando proceda);
- Q es la carga nominal de cabina;
- q es el factor de equilibrado que indica la parte de carga nominal equilibrada por el contrapeso o de cabina equilibrada por el contrapeso;
- n es el número de guías;
- k_1 es el factor de impacto.

El esfuerzo de pandeo se evalúa a través de la siguiente expresión:

Ecuación 4-16

$$\sigma_k = \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \cdot \omega$$

Donde:

- σ_k es el esfuerzo de pandeo en [N/mm²];
- F_k es la fuerza de pandeo sobre las guías de cabina en [N]; ya calculado;
- F_c Es la fuerza de pandeo sobre las guías de contrapeso en [N];ya calculado;
- k_3 es el factor de impacto según tabla;
 - o k_3 es cero pues no disponemos de equipos auxiliares;
- M es la fuerza en [N], en la guía debida a equipos auxiliares;
 - o M es cero por no disponer de equipos auxiliares.
- A es el área de sección transversal de guía, en mm²;
- ω es el valor omega

4.8.1.2.1. EL VALOR OMEGA (ω)

El valor omega de las guías se determina usando los siguientes polinomios:

Ecuación 4-17

$$\lambda = \frac{l_k}{i} \qquad l_k = l$$

Donde:

- λ es el coeficiente de esbeltez;
- l_k es la longitud de pandeo en [mm];
- i es el radio de giro mínimo en [mm];
- l es la distancia máxima entre fijaciones en [mm]

Por lo que, aplicando la Ecuación 4-17

$$\lambda = \frac{l_k}{i} = \frac{3100 \text{ mm}}{19,48 \text{ mm}} = 159,14$$

El valor Omega, ω , depende del valor de λ , y de R_m , por lo que, según la Norma En 81-1 debemos calcular ω interpolando mediante la Ecuación 4-20, empleando los valores de ω correspondientes a los dos valores de R_m que nos facilita la Tabla 4.6

**Tabla 4.6 - Valores de coeficiente de esbeltez (λ) para Resistencia a tracción $R_m = 370 \text{ N/mm}^2$
(Fuente Normativa UNE EN 81-1)**

Valores de coeficiente de esbeltez (λ)	Resistencia a tracción $R_m = 370 \text{ N/mm}^2$
$20 < \lambda < 60$	$\omega = 0,00012920 \cdot \lambda^{1,89} + 1$
$60 < \lambda < 85$	$\omega = 0,00004627 \cdot \lambda^{2,14} + 1$
$85 < \lambda < 115$	$\omega = 0,00001711 \cdot \lambda^{2,35} + 1,04$
$115 < \lambda < 250$	$\omega = 0,00016887 \cdot \lambda^{2,00}$

Para acero de resistencia a tracción $R_m = 370 \text{ N/mm}^2$, siendo en nuestro caso $\lambda = 159,14$, según la Tabla 4.6 debemos aplicar la Ecuación 4-18.

Ecuación 4-18

$$\omega_{370} = 0,00016887 \cdot \lambda^2$$

Sustituyendo, obtenemos que $\omega_{370} = 4,28$

Seguimos con los valores de omega en la para la resistencia a tracción $R_m = 520 \text{ N/mm}^2$ que podemos ver en la Tabla 4.7.

**Tabla 4.7 - Valores de coeficiente de esbeltez (λ) para Resistencia a tracción $R_m = 520 \text{ N/mm}^2$
(Fuente Normativa UNE EN 81-1)**

Valores de coeficiente de esbeltez (λ)	Resistencia a tracción $R_m = 520 \text{ N/mm}^2$
$20 < \lambda < 60$	$\omega = 0,00008240 \cdot \lambda^{2,06} + 1,021$
$60 < \lambda < 85$	$\omega = 0,00001895 \cdot \lambda^{2,41} + 1,05$
$85 < \lambda < 115$	$\omega = 0,00002447 \cdot \lambda^{2,36} + 1,03$
$115 < \lambda < 250$	$\omega = 0,00025330 \cdot \lambda^{2,00}$

Para acero de resistencia a tracción $R_m = 520 \text{ N/mm}^2$, siendo en nuestro caso $\lambda = 159,14$, según la Tabla 4.7 debemos aplicar la Ecuación 4-18.

Ecuación 4-19

$$\omega_{520} = 0,00025330 \cdot \lambda^2$$

Sustituyendo, obtenemos que $\omega_{520} = 6,41$

Finalmente, para nuestro caso, acero de resistencia a tracción $370 < R_m < 520 \text{ N/mm}^2$, Siendo la Carga de rotura mínima, $R_m = 420 \text{ N/mm}^2$ se debe utilizar la siguiente fórmula:

Ecuación 4-20

$$\omega_R = \left[\frac{\omega_{520} - \omega_{370}}{520 - 370} \cdot (R_m - 370) \right] + \omega_{370}$$

Sustituyendo los valores en la Ecuación 4-20, obtenemos que $\omega_R = 4,99$

4.8.1.3. ESFUERZOS COMBINADOS

Los esfuerzos de flexión y pandeo combinados deben evaluarse según las siguientes fórmulas:

Esfuerzos de flexión

Ecuación 4-21

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm}$$

Esfuerzos de flexión y compresión

Ecuación 4-22

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm}$$

Esfuerzos de flexión y pandeo

Ecuación 4-23

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{perm}$$

4.8.1.4. TORSIÓN DE LA BASE

La torsión tiene que tenerse en cuenta. Para guías de perfil T, se tiene que aplicar la siguiente fórmula:

Ecuación 4-24

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm}$$

Donde:

- σ_F es el esfuerzo local de torsión
- F_x es la fuerza ejercida, en newtons, por la rozadura sobre la base
- c es la anchura de la parte de conexión de la base con la cabeza de guía, en milímetros.

4.8.1.5. FLECHAS

Las flechas deben calcularse según las siguientes fórmulas

Ecuación 4-25

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm} \quad \text{X-X plano principal}$$

Ecuación 4-26

$$\delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm} \quad \text{Y-Y plano principal}$$

4.8.1.6. ESFUERZOS Y FLECHAS ADMISIBLES

Los esfuerzos admisibles deben determinarse por:

Ecuación 4-27

$$\sigma_{perm} = \frac{R_m}{S_t}$$

Donde:

- σ_{perm} es el esfuerzo admisible [N/mm^2];
- R_m es la resistencia a tracción [N/mm^2];
- S_t es el coeficiente de seguridad.

El coeficiente de seguridad se determina según la Tabla 4.8:

Tabla 4.8 - Coeficientes de seguridad para guías
(Fuente: Norma EN 81-1)

Casos de carga	Alargamiento (A_5)	Coeficiente seguridad (S_t)
Carga en uso normal	$A_5 \geq 12\%$	2,25
	$8\% \leq A_5 \leq 12\%$	3,75
Funcionamiento del paracaídas	$A_5 \geq 12\%$	1,8
	$8\% \leq A_5 \leq 12\%$	3,0
Donde A_5 es el alargamiento en % de la guía (o elongación).		

De esta manera, dado que nuestras guías tienen un alargamiento del 12% escogemos según la Tabla 4.8 - Coeficientes de seguridad para guías.

- $S_{t(uso\ normal)} = 3,75$ en uso normal, y
- $S_{t(funcionamiento\ paracaidas)} = 3$ en funcionamiento del paracaídas.

Por lo que para nuestro $R_m = 420\ N/mm^2$ tendremos:

- $\sigma_{perm(uso\ normal)} = 112\ N/mm^2$
- $\sigma_{perm(funcionamiento\ paracaidas)} = 140\ N/mm^2$

Las guías conformes a la norma ISO 7465 pueden emplear los esfuerzos admisibles de la Tabla 4.9.

Tabla 4.9 - Esfuerzos admisibles
(Fuente: Norma EN 81-1)

Casos de carga	R_m (N·mm ²)		
	370	440	520
Carga uso normal	165	195	230
Funcionamiento del paracaídas	205	244	290

En este caso, debemos hacer una extrapolación lineal acorde a nuestra R_m que haremos mediante las Ecuación 4-28 y Ecuación 4-29:

Ecuación 4-28

$$\sigma_{perm(uso\ normal)} = \frac{\sigma_{(520)normal} - \sigma_{(370)normal}}{520 - 370} \cdot (R_m - 370) + \sigma_{(370)normal}$$

Ecuación 4-29

$$\sigma_{perm(fparac)} = \frac{\sigma_{(520)fparac} - \sigma_{(370)fparac}}{520 - 370} \cdot (R_m - 370) + \sigma_{(370)fparac}$$

Donde, como indica la Tabla 4.9:

Carga en uso normal $\sigma_{(370)normal} = 165 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{(520)normal} = 230 \text{ N/mm}^2$

Funcionamiento paracaídas $\sigma_{(370)fparac} = 165 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{(520)fparac} = 290 \text{ N/mm}^2$

Así, para nuestra $R_m = 420 \text{ N/mm}^2$, y sustituyendo en las Ecuación 4-28 y Ecuación 4-29, nuestros esfuerzos admisibles serán:

$$\sigma_{perm(uso\ normal)} = 195 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{perm(fparac)} = 245 \text{ N/mm}^2$$

Estos esfuerzos admisibles son más permisivos que los anteriores ya que cuentan con que las guías cumplen con la ISO 7465.

Nosotros emplearemos las anteriores y más restrictivas:

- $\sigma_{perm(uso\ normal)} = 112 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_{perm(funcionamiento\ paracaídas)} = 140 \text{ N/mm}^2$

Las flechas admisibles vienen definidas en la norma EN 81-1 capítulo 10.1.2.2

- Para las guías de perfil T, las flechas o deflexiones máximas han de ser de 5 mm si sobre ellos actúa un paracaídas. Y de 10 mm si no actúa ningún paracaídas sobre ellos.

4.8.2. CASOS EN QUE SE EVALÚAN ESFUERZOS

Para la evaluación de estos esfuerzos se tendrán en cuenta tres casos diferentes que habrá que estudiar por separado para la elección de las guías de cabina.

1. Actuación de los dispositivos de seguridad.

1.1. **Caso 1:** Con la carga nominal Q descentrada con respecto al Eje X

1.2. **Caso 2:** Con la carga nominal Q descentrada con respecto al Eje Y

2. Uso normal del ascensor - En funcionamiento

2.1. **Caso 1:** Con la carga nominal Q descentrada con respecto al Eje X

2.2. **Caso 2:** Con la carga nominal Q descentrada con respecto al Eje Y

3. Uso normal del ascensor - Durante carga y descarga

3.1. La carga nominal Q se encontrará en la pisadera de la puerta.

4.8.2.1. DESCENTRADO DE LA CARGA NOMINAL Q

Para los casos en que se descentra la carga nominal Q se hace $1/8$ de la dimensión de cabina del eje en cuestión:

- Para descentrarla con respecto al eje X, lo hacemos $\frac{D_x}{8}$ respecto del centro de la cabina x_c . Empleando la Ecuación 4-30

Ecuación 4-30

- $x_Q = x_c + \frac{D_x}{8}$.
- Para descentrarla con respecto al eje Y, lo hacemos $\frac{D_y}{8}$ respecto del centro de la cabina y_c . Empleando la Ecuación 4-31

Ecuación 4-31

- $y_Q = y_c + \frac{D_y}{8}$.

4.8.2.1.1. CONFIGURACIÓN DE CABINA PARA EL ANÁLISIS DE GUÍAS

De esta manera, en un diagrama de la cabina, los ejes X e Y tienen su origen en el punto medio del eje de guías de cabina. El eje X es positivo hacia el embarque.

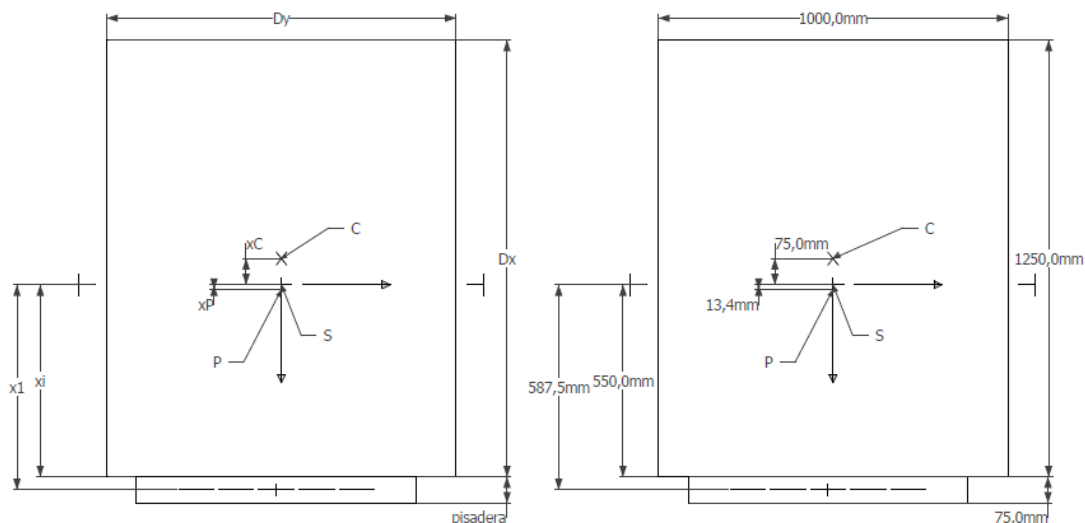


Fig. 4-3 - Configuración geométrica de nuestra cabina respecto a las guías

Podemos ver en la Fig. 4-3 los puntos que definen la geometría de la cabina y descritos en la Tabla 4.10, así como las cotas a tener en cuenta para el cálculo del centro de masas descritas en la Tabla 4.11.

Tabla 4.10 - Puntos que definen la geometría de la cabina
Fuente: : Norma EN 81-1 – ANEXO G

Punto	Corresponde a
$C(x_C, y_C)$	Centro geométrico de la cabina
$P(x_P, y_P)$	Centro de gravedad de la cabina en vacío.
$S(x_S, y_S)$	Punto de amarre de los cables de suspensión a la cabina.

Tabla 4.11 - Distancias a tener en cuenta para calcular el centro de masas

Punto	Corresponde a
x_i	Distancia desde eje de guías a la pisadera de cabina
x_1	Distancia desde eje de guías al eje de la pisadera de cabina.

En el caso concreto que nos ocupa, podemos ver que:

- El origen de ejes, que se encuentra en el punto medio del eje de guías de cabina, coincide con el punto de amarre de los cables, por lo que $S(x_s, y_s) = (0; 0)mm$
- El eje de guías no está centrado con respecto al centro geométrico de cabina. Dado que $x_i = 595 mm$, y que la cabina tiene un fondo $D_x = 1.250 mm$, podemos ver que $C(x_c, y_c) = (-75, 0)mm$
- El punto P, es el centro de masas de la cabina vacía y en este ascensor lo único que descentra la masa de cabina son las puertas y el estribo. A través de la tabla inferior podemos ver que $P(x_p; y_p) = (17, 43; 0)mm$

Tabla 4.12 - Centro de masas de la cabina

CENTRO DE MASAS (P)	m	r	m·r
Cabina y decoración	470,40 kg	-75,00 mm	-35.280 kg·mm
Estribo	220,00 kg	0,00 mm	0 kg·mm
Puertas	83,00 kg	587,50 mm	48.762,5 kg·mm
MASA TOTAL (P) = 773,40 kg		CDM = 17,43 mm	

- Por último el punto Q, que hace referencia a la situación de la carga nominal del ascensor se descentrará respecto el origen del eje X y después del eje Y para el estudio de los esfuerzos en ambas situaciones. La normativa EN81-1 nos dice que se descentren 1/8 de las dimensiones de cabina, tal y como se expresa más abajo.

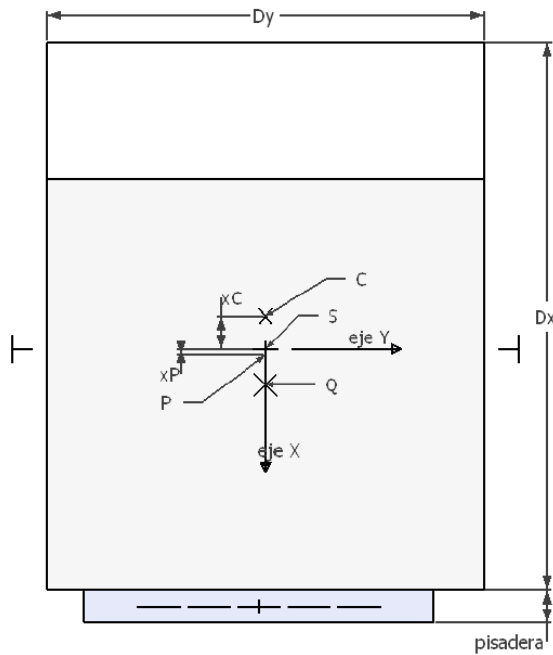


Fig. 4-4 – Descentrado de la carga nominal Q en el caso 1

Caso 1, $D_x/8$ respecto al origen del eje X

$$Q(x_Q; y_Q) = \left(x_C + \frac{D_x}{8}, 0\right) mm$$

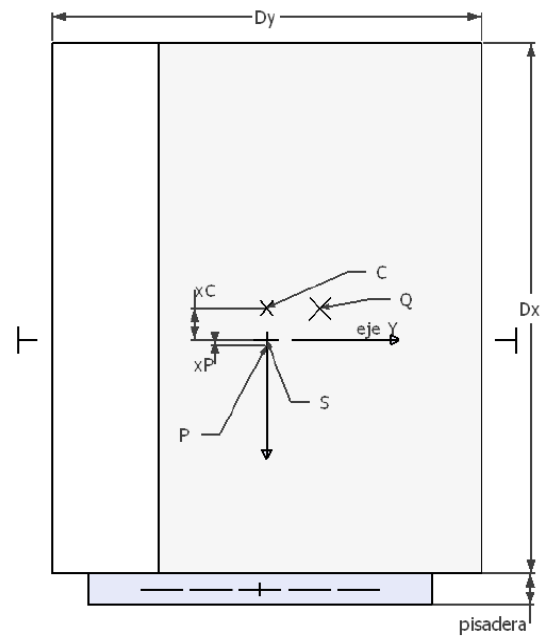


Fig. 4-5 - Descentrado de la carga nominal Q en el caso 2

Caso 2: $D_y/8$ respecto al origen del eje Y

$$Q(x_Q; y_Q) = \left(0, y_C + \frac{D_y}{8}\right) mm$$

Sustituyendo en las ecuaciones anteriores obtenemos la tabla siguiente para disponer de las coordenadas para calcular correctamente los esfuerzos.

Tabla 4.13 - Coordenadas de los puntos C, S, P, Q

Puntos	Coordenadas	CASO 1	CASO 2
C	x_C	-75 mm	-75 mm
	y_C	0 mm	0 mm
S	x_S	0 mm	0 mm
	y_S	0 mm	0 mm
P	x_P	89,59 mm	89,59 mm
	y_P	-62,59 mm	-62,59 mm
Q	x_Q	81 mm	-75 mm
	y_Q	0 mm	125 mm

4.8.3. CÁLCULO DEL ESFUERZO DE FLEXIÓN CUANDO ACTÚA EL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD

Caso 1 Carga nominal descentrada respecto al eje X (véase apartado 4.8.2.1.1)

Para obtener el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto del eje Y, debido a las fuerzas de Guiado se aplican Ecuación 4-4, Ecuación 4-7 y Ecuación 4-8

Para obtener el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto del eje X, debido a las fuerzas de Guiado, se aplican Ecuación 4-9, Ecuación 4-12 y Ecuación 4-13.

Caso 2 Carga nominal descentrada respecto al eje Y (véase apartado 4.8.2.1.1)

Para obtener el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto del eje Y, debido a las fuerzas de Guiado se aplican Ecuación 4-4, Ecuación 4-7 y Ecuación 4-8

Para obtener el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto del eje X, debido a las fuerzas de Guiado, se aplican Ecuación 4-9, Ecuación 4-12 y Ecuación 4-13.

4.8.4. CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS DE PANDEO CUANDO ACTÚA EL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD

Cuando por excentricidades de la carga en la cabina, las guías soportan fuerzas horizontales de pandeo, se calcula sobre las guías de cabina y de contrapeso.

Esta fuerza aplicada **sobre las guías de cabina** se calcula empleando la Ecuación 4-14 y la Ecuación 4-16.

Esta fuerza **sobre las guías de contrapeso** se calcula empleando la Ecuación 4-15

4.8.5. CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS COMBINADOS CUANDO ACTÚA EL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD

Los esfuerzos de flexión y pandeo combinados deben evaluarse según las siguientes fórmulas:

Caso 1 Carga nominal descentrada respecto al eje X (véase apartado 4.8.2.1.1)

Los **esfuerzos de flexión** se calculan mediante la Ecuación 4-21

Los **esfuerzos de flexión y compresión** se calculan mediante la Ecuación 4-22

Los **esfuerzos de flexión y pandeo** se calculan mediante la Ecuación 4-23

Caso 2 Carga nominal descentrada respecto al eje Y (véase apartado 4.8.2.1.1)

Los **esfuerzos de flexión** se calculan mediante la Ecuación 4-21

Los **esfuerzos de flexión y compresión** se calculan mediante la Ecuación 4-22

Los **esfuerzos de flexión y pandeo** se calculan mediante la Ecuación 4-23

4.8.6. **CALCULO DE LA TORSIÓN DE LA BASE CUANDO ACTÚA EL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD**

La torsión tiene que tenerse en cuenta. Para guías de perfil T, se tiene que aplicar la Ecuación 4-24 en los casos 1 y 2

Caso 1 Carga nominal descentrada respecto al eje X (véase apartado 4.8.2.1.1)

Caso 2 Carga nominal descentrada respecto al eje Y (véase apartado 4.8.2.1.1)

4.8.7. **CALCULO DE LAS FLECHAS CUANDO ACTÚA EL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD**

Las flechas deben calcularse empleando la Ecuación 4-25 y la Ecuación 4-26.

Caso 1 Carga nominal descentrada respecto al eje X (véase apartado 4.8.2.1.1)

Ecuación 4-25 para X-X plano principal

Ecuación 4-26 para Y-Y plano principal

Caso 2 Carga nominal descentrada respecto al eje Y (véase apartado 4.8.2.1.1)

Ecuación 4-25 para X-X plano principal

Ecuación 4-26 para Y-Y plano principal

4.8.8. **CALCULO DE LOS ESFUERZOS DE FLEXIÓN EN FUNCIONAMIENTO NORMAL**

Caso 1 Carga nominal descentrada respecto al eje X (véase apartado 4.8.2.1.1)

Para obtener el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto del eje Y, debido a las fuerzas de Guiado se aplican Ecuación 4-5, Ecuación 4-7 y Ecuación 4-8

Para obtener el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto del eje X, debido a las fuerzas de Guiado, se aplican Ecuación 4-10, Ecuación 4-12 y Ecuación 4-13.

Caso 2 Carga nominal descentrada respecto al eje Y (véase apartado 4.8.2.1.1)

Para obtener el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto del eje Y, debido a las fuerzas de Guiado se aplican Ecuación 4-5, Ecuación 4-7 y Ecuación 4-8

Para obtener el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto del eje X, debido a las fuerzas de Guiado, se aplican Ecuación 4-10, Ecuación 4-12 y Ecuación 4-13.

4.8.9. **CALCULO DE LOS ESFUERZOS DE PANDEO EN FUNCIONAMIENTO NORMAL**

Ningún esfuerzo de pandeo aparece durante el funcionamiento normal.

4.8.10. **CALCULO DE LOS ESFUERZOS COMBINADOS EN FUNCIONAMIENTO NORMAL**

Los esfuerzos de flexión y pandeo combinados deben evaluarse según las siguientes fórmulas:

Caso 1 Carga nominal descentrada respecto al eje X (véase apartado 4.8.2.1.1)

Los **esfuerzos de flexión** se calculan mediante la Ecuación 4-21

Los **esfuerzos de flexión y compresión** se calculan mediante la Ecuación 4-22

Los **esfuerzos de flexión y pandeo** se calculan mediante la Ecuación 4-23

Caso 2 Carga nominal descentrada respecto al eje Y (véase apartado 4.8.2.1.1)

Los **esfuerzos de flexión** se calculan mediante la Ecuación 4-21

Los **esfuerzos de flexión y compresión** se calculan mediante la Ecuación 4-22

Los **esfuerzos de flexión y pandeo** se calculan mediante la Ecuación 4-23

4.8.11. CALCULO DE LA TORSIÓN DE LA BASE EN FUNCIONAMIENTO NORMAL

La torsión tiene que tenerse en cuenta. Para guías de perfil T, se tiene que aplicar la Ecuación 4-24 en los casos 1 y 2

Caso 1 Carga nominal descentrada respecto al eje X (véase apartado 4.8.2.1.1)

Caso 2 Carga nominal descentrada respecto al eje Y (véase apartado 4.8.2.1.1)

4.8.12. CALCULO DE LAS FLECHAS EN FUNCIONAMIENTO NORMAL

Las flechas deben calcularse empleando la Ecuación 4-25 y la Ecuación 4-26.

Caso 1 Carga nominal descentrada respecto al eje X (véase apartado 4.8.2.1.1)

Ecuación 4-25 para X-X plano principal

Ecuación 4-26 para Y-Y plano principal

Caso 2 Carga nominal descentrada respecto al eje Y (véase apartado 4.8.2.1.1)

Ecuación 4-25 para X-X plano principal

Ecuación 4-26 para Y-Y plano principal

4.8.13. CALCULO DE LOS ESFUERZOS DE FLEXIÓN DURANTE CARGA Y DESCARGA

Caso 1 Carga nominal descentrada respecto al eje X (véase apartado 4.8.2.1.1)

Para obtener el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto del eje Y, debido a las fuerzas de Guiado se aplican Ecuación 4-6, Ecuación 4-7 y Ecuación 4-8

Para obtener el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto del eje X, debido a las fuerzas de Guiado, se aplican Ecuación 4-11, Ecuación 4-12 y Ecuación 4-13.

Caso 2 Carga nominal descentrada respecto al eje Y (véase apartado 4.8.2.1.1)

Para obtener el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto del eje Y, debido a las fuerzas de Guiado se aplican Ecuación 4-6, Ecuación 4-7 y Ecuación 4-8

Para obtener el esfuerzo de flexión sobre la guía respecto del eje X, debido a las fuerzas de Guiado, se aplican Ecuación 4-11, Ecuación 4-12 y Ecuación 4-13.

4.8.14. CALCULO DE LOS ESFUERZOS DE PANDEO DURANTE CARGA Y DESCARGA

Ningún esfuerzo de pandeo aparece durante la carga y descarga.

4.8.15. CALCULO DE LOS ESFUERZOS COMBINADOS DURANTE CARGA Y DESCARGA

Los esfuerzos de flexión y pandeo combinados deben evaluarse según las siguientes fórmulas:

Caso 1 Carga nominal descentrada respecto al eje X (véase apartado 4.8.2.1.1)

Los **esfuerzos de flexión** se calculan mediante la Ecuación 4-21

Los **esfuerzos de flexión y compresión** se calculan mediante la Ecuación 4-22

Los **esfuerzos de flexión y pandeo** se calculan mediante la Ecuación 4-23

Caso 2 Carga nominal descentrada respecto al eje Y (véase apartado 4.8.2.1.1)

Los **esfuerzos de flexión** se calculan mediante la Ecuación 4-21

Los **esfuerzos de flexión y compresión** se calculan mediante la Ecuación 4-22

Los **esfuerzos de flexión y pandeo** se calculan mediante la Ecuación 4-23

4.8.16. CALCULO DE LA TORSIÓN DE LA BASE DURANTE CARGA Y DESCARGA

La torsión tiene que tenerse en cuenta. Para guías de perfil T, se tiene que aplicar la Ecuación 4-24 en los casos 1 y 2

Caso 1 Carga nominal descentrada respecto al eje X (véase apartado 4.8.2.1.1)

Caso 2 Carga nominal descentrada respecto al eje Y (véase apartado 4.8.2.1.1)

4.8.17. CALCULO DE LAS FLECHAS DURANTE CARGA Y DESCARGA

Las flechas deben calcularse empleando la Ecuación 4-25 y la Ecuación 4-26.

Caso 1 Carga nominal descentrada respecto al eje X (véase apartado 4.8.2.1.1)

Ecuación 4-25 para X-X plano principal

Ecuación 4-26 para Y-Y plano principal

Caso 2 Carga nominal descentrada respecto al eje Y (véase apartado 4.8.2.1.1)

Ecuación 4-25 para X-X plano principal

Ecuación 4-26 para Y-Y plano principal

4.8.18. DATOS PARA EL CÁLCULO DE LAS GUÍAS

Las guías que emplearemos serán unas T 89/B de la marca SAVERA. Estas guías cumplen con la ISO 7465:2007 y sus hojas de características están en [22] (Catálogo de Guías SAVERA).

De entre los datos necesarios que nos afectan directamente para los cálculos. Algunos son características inherentes a la propia guía y su fabricación, otros son relativos a la manera en que se instalan las guías y forman parte de las características del ascensor.

Propias del ascensor:

Tabla 4.14 Datos para el cálculo de las guías

Característica	valor
P	798,90 kg
Q	450,00 kg
q	0,50
M	0 kg
l	3.100 mm
h	2.000 mm
k_1	2
k_2	1
k_3	0
E	200.0 mm ²

Propias de las guías, [22] (Catálogo de Guías T 89/B de la marca SAVERA)

Tabla 4.15 Características de las guías escogidas

Descripción	Valor
n	2 ud
ω	4,99
A	1577,00 mm ²
λ	159,15
Rgiro	19,48 mm
Wxx	14350,00 mm ³
Wyy	11780,00 mm ³
Ixx	598300,00 mm ⁴
Iyy	524100,00 mm ⁴
c	10 mm
Rm	420 N/mm ²
Alargamiento	12%

4.8.19. RESULTADOS

Cuando actúa el dispositivo de seguridad

Siguiendo los pasos descritos desde el apartado 4.8.3 hasta el apartado 4.8.7 y sustituyendo los valores descritos en la Tabla 4.14 y la Tabla 4.15 en las ecuaciones de los mencionados apartados obtenemos

Tabla 16 - Resultados de los diferentes esfuerzos cuando actúa el dispositivo paracaídas.

CUANDO ACTUA EL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD (PARACAIDAS)				
ESFUERZOS DE FLEXION				
CASO 1, eje X			CASO 2, eje Y	
F _x	519,18 N		F _x	174,30 N
M _y	301.776,14 N·mm		M _y	101.313,01 N·mm
σ _y	25,62 N/mm2		σ _y	8,60 N/mm2
F _y	-474,84 N		F _y	76,97 N
M _x	-276.002,95 N·mm		M _x	44.738,07 N·mm
σ _x	-23,43 N/mm2		σ _x	3,80 N/mm2
PANDEO				
CABINA			CONTRAPESO	
F _k	12.001,55 N		F _c	9.794,30 N
σ _k	37,98 N/mm2		σ _c	30,99 N/mm2
ESFUERZOS COMBINADOS				
CASO 1, eje X			CASO 2, eje Y	
σ _m	2,19 N		σ _m	12,39822345
σ	9,80 N·mm		σ	20,00859377
σ _c	39,95 N/mm2		σ _c	49,13687308
TORSION DE LA BASE				
CASO 1, eje X			CASO 2, eje Y	
σ _F	9,60 N/mm2		σ _F	3,22 N/mm2
FLECHAS				
CASO 1, eje X			CASO 2, eje Y	
δ _x	2,15 mm		δ _x	0,72 mm
δ _y	-1,72 mm		δ _y	0,28 mm
ESFUERZOS Y FLECHAS ADMISIBLES				
σ _{perm}	244,67 N/mm2		σ _{perm}	5,00 mm

Podemos observar que en ningún momento se superan los esfuerzos ni las flechas admisibles, por lo que las guías seleccionadas cumplen con las especificaciones cuando actúa el paracaídas progresivo.

Durante el funcionamiento normal

Siguiendo los pasos descritos desde el apartado 4.8.8 hasta el apartado 4.8.12 y sustituyendo los valores descritos en la Tabla 4.14 y la Tabla 4.15 en las ecuaciones de los mencionados apartados obtenemos

Tabla 17 - Resultados de los diferentes esfuerzos durante el funcionamiento normal.

USO NORMAL FUNCIONAMIENTO					
ESFUERZOS DE FLEXION					
CASO 1, eje X			CASO 2, eje Y		
F _x	265,19 N		F _x	92,75 N	
M _y	154.144,57 N·mm		M _y	53.913,00 N·mm	
σ _y	13,09 N/mm2		σ _y	4,58 N/mm2	
F _y	-245,25 N		F _y	30,66 N	
M _x	-142.551,56 N·mm		M _x	17.818,95 N·mm	
σ _x	-12,10 N/mm2		σ _x	1,51 N/mm2	
PANDEO (ningún esfuerzo de pandeo aparece durante el funcionamiento normal)					
CABINA			CONTRAPESO		
F _k	0,00 N		F _c	0,00 N	
σ _k	0,00 N/mm2		σ _c	0,00 N/mm2	
ESFUERZOS COMBINADOS					
CASO 1, eje X			CASO 2, eje Y		
σ _m	0,98 N		σ _m	6,09 N	
Σ	0,98 N·mm		σ	6,09 N·mm	
σ _c	0,89 N/mm2		σ _c	5,48 N/mm2	
TORSION DE LA BASE					
CASO 1, eje X			CASO 2, eje Y		
σ _F	4,91 N/mm2		0	0,00 N/mm2	
FLECHAS					
CASO 1, eje X			CASO 2, eje Y		
δ _x	1,10 mm		δ _x	0,38 mm	
δ _y	-0,89 mm		δ _y	0,11 mm	
ESFUERZOS Y FLECHAS ADMISIBLES					
σ _{perm}	195,33 N/mm2		δ _{perm}	5,00 mm	

Podemos observar que en ningún momento se superan los esfuerzos ni las flechas admisibles, por lo que las guías seleccionadas cumplen con las especificaciones en funcionamiento.

Durante carga y descarga

Siguiendo los pasos descritos desde el apartado 4.8.13 hasta el apartado 4.8.17 y sustituyendo los valores descritos en la Tabla 4.14 y la Tabla 4.15 en las ecuaciones de los mencionados apartados obtenemos

Tabla 18 - Resultados de los diferentes esfuerzos durante la carga y descarga de cabina

DURANTE CARGA Y DESCARGA			
ESFUERZOS DE FLEXION			
F_s	1.765,80 N		
F_x	434,79 N		
M_y	252.723,34 N·mm		
σ_y	21,45 N/mm2	F_y	-237,42 N
		M_x	-138.001,48 N·mm
		σ_x	-11,71 N/mm2
PANDEO (ningún esfuerzo de pandeo aparece durante la carga y descarga)			
CABINA		CONTRAPESO	
F_k	0,00 N	F_c	0,00 N
σ_k	0,00 N/mm2	σ_c	0,00 N/mm2
ESFUERZOS COMBINADOS			
σ_m	9,74 N		
σ	9,74 N·mm		
σ_c	8,76 N/mm2		
TORSION DE LA BASE			
s_F	8,04 N/mm2		
FLECHAS			
δ_x	1,80 mm		
δ_y	-0,86 mm		
ESFUERZOS Y FLECHAS ADMISIBLES			
σ_{perm}	195,33 N/mm2	δ_{perm}	5,00 mm

Podemos observar que en ningún momento se superan los esfuerzos ni las flechas admisibles, por lo que las guías seleccionadas cumplen con las especificaciones en funcionamiento durante la carga y descarga.

4.9. CÁLCULO DE AMORTIGUADORES

Amortiguadores

Los ascensores deben estar dotados de amortiguadores en foso del hueco, y su función es amortiguar la caída del ascensor o el contrapeso en caso de no actuar el mecanismo paracaídas.

La Norma EN 81-1 (EN 81-1, ANEXO F, capítulo F5, Amortiguadores) diferencia tres tipos de amortiguadores:

- De acumulación de energía (para ascensores con velocidad nominal hasta 1 m/s)
- De acumulación de energía con amortiguación del movimiento de retorno (para ascensores con velocidad nominal hasta 1,6 m/s)
- Con disipación de energía (para cualquier velocidad nominal)

Teniendo en cuenta el funcionamiento y características constructivas de los diferentes amortiguadores pasamos a decidir el amortiguador para nuestro ascensor:

Dado que nuestro ascensor se proyecta con una velocidad de 1 m/s, podríamos emplear cualquiera de los amortiguadores ya que todos son válidos. Sin embargo, el amortiguador con disipación de energía posee aceite, lo que exige un mantenimiento más costoso que el de los de acumulación de energía y queremos reducir la cantidad de aceites y lubricantes al mínimo con el fin de respetar el medio ambiente.

Todo esto nos lleva a decidirnos por un amortiguador de acumulación de energía.

Como hemos comentado, existen distintos tipos de amortiguadores que se pueden emplear en la instalación de un ascensor según la velocidad nominal del ascensor. En el caso que nos ocupa, al ser nuestra velocidad nominal, de 1 m/s, podríamos emplear cualquier tipo de amortiguador, y para cada uno de ellos, la normativa tiene requerimientos distintos. Es por esto que debemos escoger un tipo de amortiguador previamente al dimensionado del mismo.

Los amortiguadores de disipación de energía (hidráulicos) son más complejos y de mayor coste, exigen un mantenimiento y revisión periódica de los mismos. Además al emplear aceites tiene un impacto negativo en el medio ambiente

Los amortiguadores de acumulación de energía con característica lineal o no lineal, son mucho más económicos, no precisan de mantenimiento ni de revisión periódica, y al no emplear aceites son más respetuosos con el medio ambiente.

La decisión es por tanto el empleo de un amortiguador de acumulación de energía. Que en este caso será un muelle helicoidal a compresión. Será cilíndrico y su sección circular.

Esta parte es un extracto de [23] (Norma UNE EN 81-1Capítulo 10.3: Amortiguadores de Cabina y contrapeso)

- 10.3.1 Los ascensores deben instalarse con amortiguadores colocados en el extremo inferior del recorrido de la cabina y del contrapeso. Los puntos de acción de los amortiguadores bajo la proyección de cabina deben resultar obvios por medio de un tope (pedestal) de altura que cumple con el apartado 5.7.3.3.
- 10.3.3 Los amortiguadores de acumulación de energía de características lineales o no, deben emplearse sólo si la velocidad nominal del ascensor no supera 1 m/s.
- 10.3.4 Los amortiguadores de acumulación de energía con amortiguación del movimiento de retorno sólo deben emplearse si la velocidad nominal del ascensor no excede 1,6 m/s.
- 10.3.5 Los amortiguadores de disipación de energía se pueden emplear para cualquier velocidad.
- 10.3.6 Se consideran componentes de seguridad y como tales deben verificarse según los requisitos del cap. F.5
- 10.4 CARRERA de los amortiguadores de cabina y contrapeso.
 - o Se ilustran en el ANEXO L
 - o 10.4.1 AMORTIGUADORES DE ACUMULACION DE ENERGIA
 - 10.4.1.1 AMORTIGUADORES CON CARACTERÍSTICAS LINEALES
 - 10.4.1.1.1 La carrera total posible de los amortiguadores debe ser, al menos, igual a dos veces la distancia de parada por gravedad correspondiente al 115% de la velocidad nominal ($0,135 v^2$), estando expresada la carrera en metros, PERO no debe exceder los 65 mm.
 - 10.4.1.1.2 Los amortiguadores deben diseñarse de manera que recorran la carrera definida en el apartado anterior bajo una carga comprendida entre 2,5 y 4 veces la suma de la masa de cabina y su carga nominal (o la masa del contrapeso).
- F.5.3 ENSAYO
 - o El amortiguador solamente puede emplearse:
 - A) para velocidades nominales $v \leq \sqrt{\frac{F_L}{0,135}}$ pero $v < 1,6$ m/s
 - Donde F_L es la compresión total del resorte en m.
 - B) para masas comprendidas $\frac{C_r}{4} < m < \frac{C_r}{2,5}$
 - o Donde C_r es la masa necesaria para comprimir totalmente el resorte, en kg.
 - El amortiguador debe ensayarse por medio de pesos correspondientes a las masas mínima y máxima cayendo en caída libre desde una altura de $0,5 \cdot F_L = 0,067 \cdot v^2$ por encima del amortiguador.
 - En ningún momento, la velocidad ascendente de los pesos debe exceder 1 m/s.

Por tanto, tenemos tan solo dos restricciones que nos van a definir nuestro amortiguador:

- La carrera mínima que deberá tener el amortiguador.
- El rango de fuerzas que debe ser capaz de soportar el amortiguador dentro de su carrera.

Las dimensiones de un muelle helicoidal son las siguientes:

- Longitud libre.
- Diámetro exterior.
- Diámetro interior.
- Diámetro del alambre.
- Número total de espiras.

Para su cálculo han de tenerse en cuenta las siguientes características

Hay varios tipos de acabados para los resortes helicoidales, y cada uno comporta unas características diferentes.

TIPOS DE RESORTES SEGÚN SUS EXTREMOS Y SUS CARACTERÍSTICAS

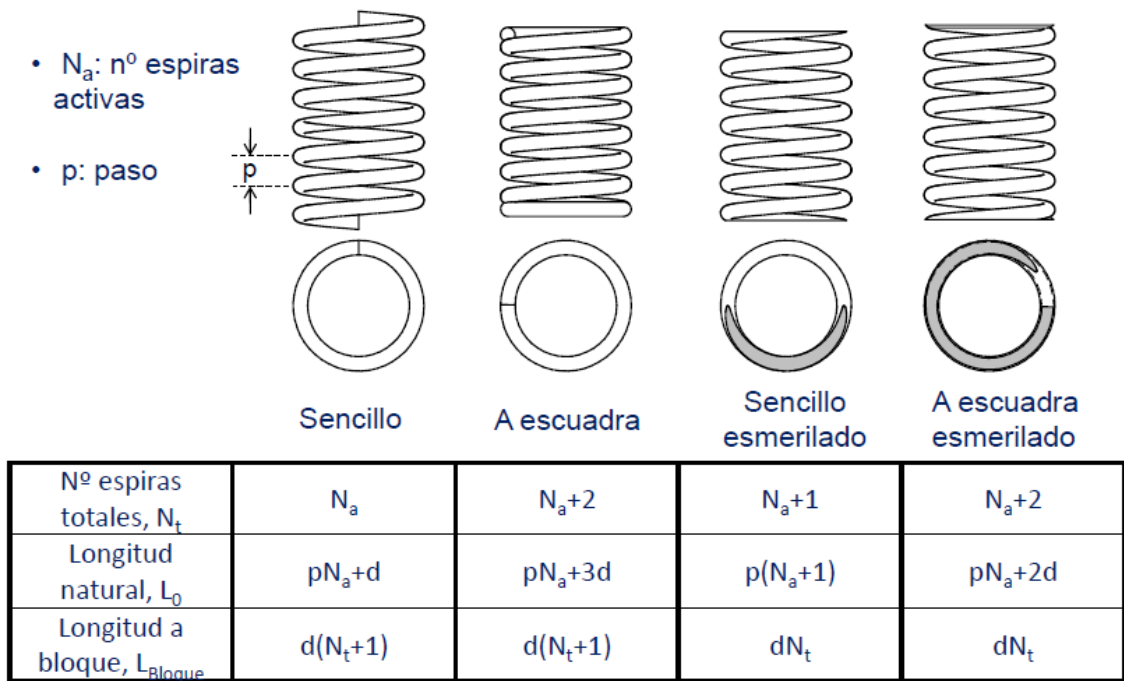


Fig. 4-6 Tipos de acabados en resortes helicoidales
(Fuente: Teoría resortes UC3M)

Nuestro resorte va a estar en pie sobre un pedestal en el foso y va a recibir una superficie plana sobre él.

Para tener la mejor estabilidad escogeremos un resorte con los extremos a escuadra y esmerilado. Lo que nos define las dimensiones y las ecuaciones de Fig. 4-3:

Ecuación 4-32

$$N_t = N_a + 2$$

Ecuación 4-33

$$L_o = p \cdot N_a + 2d$$

Ecuación 4-34

$$L_{bloque} = dN_t$$

Las restricciones que hemos visto son las siguientes:

- Rango de carga o fuerza que han de soportar.
- Carrera mínima que deben tener.

En el caso de la Carrera

La carrera mínima de los amortiguadores debe ser, al menos, igual a dos veces la distancia de parada por gravedad correspondiente al 115% de la velocidad nominal ($0,135 v^2$), estando expresada la carrera en metros, PERO no debe exceder los 65 mm.

Es decir:

Ecuación 4-35

$$Carrera_{minima} = \max\{2 \cdot d_f, 65 \text{ mm}\}$$

Donde:

d_f Es la distancia de parada por gravedad correspondiente al 115% de la velocidad nominal.

La distancia de parada por gravedad será la recorrida en sentido ascendente hasta ser detenida por la aceleración de la gravedad.

Ecuación 4-36

$$d_f = v_o \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g_n \cdot t^2$$

Donde:

d_f Es la distancia final recorrida medida en metros.

v_o Es la velocidad inicial medida en metros por segundo

t Es el tiempo transcurrido medido en segundos.

g_n Es la aceleración de la gravedad medida en metros por segundo al cuadrado.

Al mismo tiempo y para despejar el tiempo empleamos la fórmula de la velocidad:

Ecuación 4-37

$$v_f = v_o - g_n \cdot t$$

Donde:

v_f Es la velocidad final, que será cero, medida en metros por segundo

v_o Es la velocidad inicial medida en metros por segundo.

g_n Es la aceleración de la gravedad medida en metros por segundo al cuadrado.

t Es el tiempo transcurrido medido en segundos.

De este modo, sustituyendo los valores en la Ecuación 4-37

$$v_f = 0 = v_o - g_n \cdot t$$

Y despejando el tiempo en la ecuación anterior obtenemos

Ecuación 4-38

$$t = \frac{v_o}{g_n}$$

Sustituimos la Ecuación 4-38 en la Ecuación 4-36:

$$d_f = v_o \cdot \frac{v_o}{g_n} - \frac{1}{2} \cdot g_n \cdot \frac{v_o^2}{g_n^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{v_o^2}{g_n} = \frac{(1,15 \cdot 1)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,0674 \text{ m}$$

Por lo que, sustituyendo en la Ecuación 4-35

$$Carrera_{minima} = \max\{135 \text{ mm}, 65 \text{ mm}\} = 135 \text{ mm}$$

Así que la carrera de nuestro resorte ha de ser:

$$Carrera \geq 135 \text{ mm}$$

Por otra parte, los amortiguadores deben diseñarse de manera que recorran la carrera definida en el apartado anterior bajo una carga comprendida entre 2,5 y 4 veces la suma de la masa de cabina y su carga nominal.

La fuerza o carga será entonces F que vendrá dada por la Ecuación 4-39, extraída de [23] (Norma UNE EN 81-1Capítulo 10.3: Amortiguadores de Cabina y contrapeso)

Ecuación 4-39

$$2,5 \cdot (P + Q) \cdot g_n < F < 4 \cdot (P + Q) \cdot g_n$$

Donde:{}

P Es la masa de la cabina en vacío y sus componentes medida en kg.

Q Es la masa nominal que puede llevar la cabina medida en kg.

g_n Es la aceleración de la gravedad medida en metros por segundo al cuadrado.

Así tenemos que, sustituyendo en la Ecuación 4-39.

$$F_{min} = 30.629,27 \text{ N}$$

$$F_{max} = 49.006,84 \text{ N}$$

Teniendo en cuenta la constante k de elasticidad del resorte:

Ecuación 4-40

$$F = k \cdot y \quad \rightarrow \quad k = \frac{F}{y}$$

Donde:

F Es la fuerza o carga medida en N.

k Es la constante elástica del resorte medida en N/mm.

y Es la carrera del resorte medida en mm

De este modo el resorte que diseñemos debe tener un valor de k en la horquilla entre el mínimo y el máximo, sustituyendo en la Ecuación 4-40

$$k_{max} = \frac{F_{max}}{\delta_{min}} = 363,52 \text{ N/mm}$$

Ya conocemos las dos restricciones que nos marca la normativa.

Por otro lado están las restricciones de fabricación y por ende, de precio.

El índice de un resorte es la relación entre el diámetro del resorte y el diámetro del alambre que lo compone:

Ecuación 4-41

$$C = \frac{D}{d}$$

Donde:

C Es el índice del resorte, es adimensional.

D Es el diámetro del resorte.

d Es el diámetro del alambre que compone el resorte.

Para resortes con índices entre 6 y 12, los costes de fabricación son inferiores a los manufacturados con índices por debajo de 6 o por encima de 12. Por lo que trataremos de ubicar nuestro resorte en la horquilla de los más económicos.

El índice es correlativo a la fuerza que las guías son capaces de soportar:

- Un resorte con un índice bajo soporta una fuerza mayor.
 - o Si queremos que soporte una mayor fuerza, o disminuimos el diámetro del resorte (D), o aumentamos el diámetro del alambre que lo compone (d).
- Un resorte con un índice alto soporta una fuerza menor.
 - o Si queremos que soporte una menor fuerza, o aumentamos el diámetro del resorte (D), o disminuimos el diámetro del alambre que lo compone (d).

Nuestro resorte exige una fuerza muy elevada en poca carrera, por lo que nos decantaremos por el índice más bajo que es 6 para poder tener un amortiguador económico.

Al querer un amortiguador económico vamos a buscar un diámetro de alambre no superior a 30mm, por lo que definiremos:

$$d = 29 \text{ mm}$$

Así tenemos que el índice de nuestro resorte nos da el Diámetro del resorte sustituyendo en la Ecuación 4-41.

$$D = C \cdot d = 6 \cdot 29 = 174 \text{ mm}$$

Por lo que la cantidad de espiras activas vendrán dadas por la Ecuación 4-42:

Ecuación 4-42

$$k = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot N_a \cdot D^3}$$

Despejando N_a de la Ecuación 4-42 y sustituyendo obtenemos las espiras activas.

$$N_a = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot k \cdot D^3} = \frac{79.300,00 \cdot 29^4}{8 \cdot 363,52 \cdot 174^3} = 3,66 \approx 3 \text{ espiras activas}$$

Escogemos 3 en lugar de 4 para lograr el resorte más robusto posible.

Buscaremos también que nuestro amortiguador no tenga pandeo.

Para ello, y teniendo en cuenta que se trata de acero, debemos tener en cuenta que la longitud libre sea inferior a la dada por la Ecuación 4-43 para que la estabilidad sea absoluta.

Ecuación 4-43

$$L_o < 2,63 \cdot \frac{D}{\alpha}$$

Donde:

L_o Es la longitud libre del resorte, medido en metros.

D Es el diámetro del resorte, medido en metros.

α Coeficiente que se define en función de la disposición del resorte según la siguiente figura.

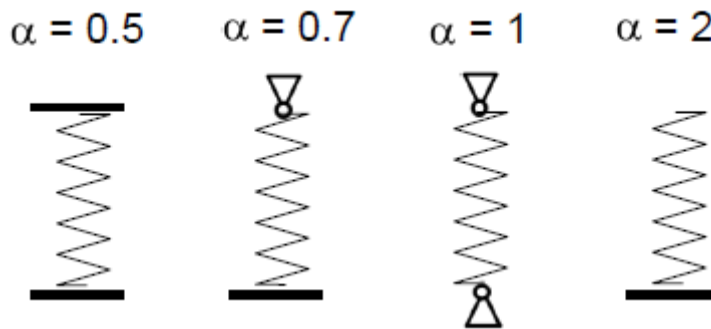


Fig. 4-7 Coeficientes según configuración del resorte
(Fuente: Teoría resortes UC3M)

En nuestro caso, $\alpha = 0,5$.

Nuestro resorte tiene una longitud Libre que podemos expresar como:

$$L_o = L_{bloque} + \delta_{max}$$

Donde:

L_o Es la longitud libre del resorte.

L_{bloque} Es la longitud del resorte completamente comprimido, definido para nuestro resorte como:

$$L_{bloque} = d \cdot N_t$$

δ_{max} Es la deformación máxima, también llamada carrera, permitida por el resorte.

Por lo que

$$L_{bloque} = d \cdot N_t \xrightarrow{\text{sustituyendo en la eq \{}} L_o = d \cdot (N_a + 2) = 29 \cdot (3 + 2) = 145 \text{ mm}$$

Así que:

$$L_o = L_{bloque} + \delta_{max} = 145 + 135 = 280 \text{ mm}$$

Tal y como vimos debe cumplirse la Ecuación 4-43 para que la estabilidad sea absoluta:

$$L_o < 2,63 \cdot \frac{D}{\alpha} \rightarrow 280 < 2,63 \cdot \frac{174}{0,5} \rightarrow 280 \text{ mm} < 915,24 \text{ mm}$$

Podemos ver que cumplimos con la estabilidad absoluta con un factor de seguridad mayor a 3.

4.10. CÁLCULO DE LOS CABLES DE TRACCIÓN

4.10.1. NORMATIVA Y REQUERIMIENTOS

La normativa EN 81-1 hace referencia en el apartado 9 a la suspensión de la cabina y el contrapeso [13]. Marcando un número mínimo de cables de tracción y las exigencias para los cables de suspensión. En nuestro caso serán cables de adherencia y no arrollados a un tambor.

- Diámetro mínimo de los cables 8 mm.
- Relación entre diámetro primitivo de las poleas y diámetro de los cables ≥ 40 .
- Coeficiente de seguridad de los cables ≥ 12 .
- Cantidad de cables de tracción ≥ 3 .

Evaluación de la tracción:

El motor ha de tener tracción sobre los cables en los distintos casos para garantizar que los cables no deslizan sobre la polea tractora. Para ello debemos:

- Condición de carga en cabina.
- Condición de frenado de emergencia.
- Condición de cabina retenida en el hueco.

Para evaluar la tracción debemos evaluar en los casos antes mencionados:

- Coeficiente de fricción.
- Tensiones T_1 y T_2

Evaluación de la tracción:

Hay dos supuestos para los que debemos calcular la tracción.

- Condiciones de carga en cabina y condición de frenado de emergencia

Ecuación 4-44

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{f \cdot \alpha}$$

- Condiciones de cabina retenida en el hueco (contrapeso descansando sobre su amortiguador y el motor girando en sentido de subida de la cabina).

Ecuación 4-45

$$\frac{T_1}{T_2} \geq e^{f \cdot \alpha}$$

Donde:

f Es el coeficiente de rozamiento

α Es el ángulo de abrazamiento de los cables sobre la polea de tracción

T_1 , T_2 Son las Tensiones o fuerzas en la parte de los cables situados a un lado y otro de la polea de tracción.

EVALUACION DE T_1 Y T_2

Condiciones de carga en cabina: La relación **estática** de T_1 y T_2 debe evaluarse para el caso más desfavorable de la posición de cabina en el hueco con el 125% de la carga nominal.

Condición de frenado de emergencia: La relación **dinámica** de T_1 y T_2 debe evaluarse para el caso más desfavorable de la posición de cabina en el hueco y de las condiciones de carga. (Cabina vacía o con carga nominal)

Condición de cabina retenida: La relación **estática** de T_1 y T_2 debe evaluarse para el caso más desfavorable de la posición de cabina en el hueco y de las condiciones de carga. (Cabina vacía o con carga nominal)

4.10.2. RELACIÓN ENTRE DIÁMETRO PRIMITIVO DE LAS POLEAS Y DIÁMETRO DE LOS CABLES

Tal y como marca la Norma EN 81 {} la relación entre el diámetro primitivo de las poleas y el diámetro de los cables ha de ser inferior a 40.

Ecuación 4-46

$$\frac{D_t}{d_r} \geq 40$$

El motor del ascensor ocupará sitio

Para poder cumplir con al menos la relación mínima entre diámetros de polea tractora y de cables, como el diámetro de los cables no ha de ser menor a 8 mm, la relación entre diámetros $\frac{D_t}{d_p}$, nos indica que el diámetro de la polea tractora no debe ser menor de 320 mm.

D_t	320 mm	Diámetro polea tracción
d_r	8 mm	Diámetro cables

Sustituyendo en Ecuación 4-46

$$\frac{D_t}{d_r} = \frac{320}{8} = 40$$

De esta manera cumplimos con lo exigido por la norma con un motor sin reductor.

4.10.3. EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DE LOS CABLES

El factor de seguridad es S_f teniendo en cuenta la relación correcta de $\frac{D_t}{d_r}$ y el valor calculado de N_{equiv} vendrá dado por la ecuación {}:

Ecuación 4-47

$$S_f = 10^{\left(\frac{\log \left[\frac{695,85 \cdot 10^6 \cdot N_{equiv}}{\left(\frac{D_t}{d_r} \right)^{8,567}} \right]}{\log \left[77,09 \left(\frac{D_t}{d_r} \right)^{-2,894} \right]} \right)}$$

Donde:

S_f Es el factor de seguridad

N_{equiv} Es el número equivalente de poleas

D_t Es el diámetro de la polea de tracción.

d_r Es el diámetro de los cables.

Para hallar S_f debemos calcular los factores que componen la ecuación:

Número equivalente de poleas N_{equiv}

Ecuación 4-48

$$N_{equiv} = N_{equiv(t)} + N_{equiv(p)}$$

Donde:

$N_{equiv(t)}$ Es el número equivalente de poleas de tracción puede tomarse de la tabla 14

Tabla 4.19 número equivalente de poleas en función de la garganta de la polea
(Fuente: Norma EN 81-1)

Garganta en V	Angulo en V (γ)	-	35°	36°	38°	40°	42°	45°
	$N_{equiv(t)}$	-	18,5	15,2	10,5	7,1	5,6	4,0
Gargantas desfondadas en U o en V	Angulo en U (β)	75°	80°	85°	90°	95°	100°	105°
	$N_{equiv(t)}$	2,5	3,0	3,8	5,0	6,7	10,0	15,2

NOTA: para gargantas en U no desfondadas, sin entalla, $N_{equiv(t)} = 1$

Al tener nuestra polea tractora una garganta semicircular desfondada $\beta=80^\circ$

$$N_{equiv(t)} = 3,0$$

$N_{equiv(p)}$ Es el número equivalente de poleas de desvío

EVALUACION DE $N_{equiv(p)}$

Se lleva a cabo mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 4-49

$$N_{equiv(p)} = K_p \cdot (N_{ps} + 4 \cdot N_{pr})$$

Donde:

N_{ps} Es el número de poleas con flexiones simples

N_{pr} Es el número de poleas con flexiones invertidas

K_p Es el factor de relación entre los diámetros de la polea de tracción y las poleas definido por:

Ecuación 4-50

$$K_p = \left(\frac{D_t}{D_p} \right)^4$$

Siendo:

D_t Es el diámetro de la polea de tracción

D_p El diámetro medio de todas las poleas excluyendo la de tracción.

Los datos de nuestra instalación son los siguientes:

D_t 320 mm Diámetro polea tracción

D_p	320 mm	Diámetro medio de las poleas
d_r	8 mm	Diámetro cables
N_{ps}	3	Número de poleas con flexiones simples
N_{pr}	0	Número de poleas con flexiones invertidas

Por lo que, sustituyendo en la Ecuación 4-50, la Ecuación 4-49 y la Ecuación 4-48

$$K_p = \left(\frac{320}{320}\right)^4 = 1$$

$$N_{equiv(p)} = 1 \cdot (1 + 4 \cdot 0) = 1$$

$$N_{equiv} = 3 + 1 = 4$$

$$\frac{D_t}{d_r} = 40$$

Estos datos nos permiten evaluar nuestro factor de seguridad S_f sustituyendo en la Ecuación 4-47

$$S_f = 10^{\left(2,6834 - \frac{\log \left[\frac{695,85 \cdot 10^6 \cdot 4}{(40)^{8,567}} \right]}{\log [77,09 (40)^{-2,894}]} \right)} = 13,38372618 \geq 12$$

Vemos como también el factor de seguridad cumple con los mínimos exigidos por la norma.

4.10.4. EVALUACIÓN DE LA TRACCIÓN

Debemos garantizar la tracción de los cables sobre la polea de tracción durante las siguientes condiciones:

- Condición de carga
- Condición de frenado de emergencia.
- Condición de cabina retenida.

Para las condiciones de carga y frenado de emergencia, la condición a cumplir es la dada por la Ecuación 4-44.

Para la condición de cabina retenida la condición a cumplir es la dada por la Ecuación 4-45

Conocemos el ángulo de abrazamiento de los cables sobre la polea, $\alpha = 180^\circ = \pi$

Debemos calcular para las distintas condiciones:

- f , el factor de fricción.
- T_1 , la tensión de los cables que penden del lado de cabina.
- T_2 , la tensión de los cables que penden del lado del contrapeso.

FACTOR DE SUSPENSIÓN:

El factor de suspensión de este ascensor es de 2, y podemos verlo en la Fig. 3-15 - Tipos de Suspensión en ascensores Eléctricos.

FACTOR DE FRICCIÓN:

Para calcular el factor de fricción debemos emplear la siguiente fórmula:

Ecuación 4-51

$$f = \mu \cdot \frac{4 \cdot \left(\cos \frac{\gamma}{2} - \sin \frac{\beta}{2} \right)}{\pi - \beta - \gamma - \sin \beta + \sin \gamma}$$

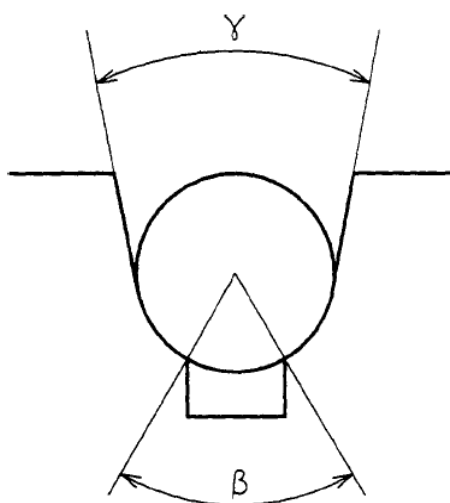
Donde:

β Es el valor del ángulo desfondado

γ Es el valor del ángulo de la garganta

μ Es el coeficiente de fricción

f Es el factor de fricción.



β : ángulo de desfondado
 γ : ángulo de la garganta

Fig. 4-8 - Garganta en U de la polea de tracción
(Fuente: Norma EN 81-1)

Nuestra polea de tracción tiene:

Ángulo de desfondado $\beta = 80^\circ = 1,396 \text{ rad}$

Ángulo de la garganta $\gamma = 25^\circ = 0,436 \text{ rad}$

1. Se aplicarán los siguientes valores de μ según las condiciones dadas en [14] (Norma UNE EN 81-1 Anexo M: Evaluación de la tracción)

- Condición de Carga:

$$\mu = 0,1$$

- Condición de frenado de emergencia vendrá dada por la Ecuación 4-52

Ecuación 4-52

$$\mu = \frac{0,1}{1 + \frac{v}{10}} = 0,091$$

- Condición de cabina retenida

$$\mu = 0,2$$

Donde:

μ Es el coeficiente de fricción o rozamiento

v Es la velocidad de los cables con la velocidad nominal de la cabina

Aplicando la ecuación obtenemos los factores de rozamiento para las distintas condiciones:

- Condición de Carga:

$$f = 0,179$$

- Condición de frenado de emergencia

$$f = 0,162$$

- Condición de cabina retenida

$$f = 0,357$$

4.10.4.1. CÁLCULO DE LAS TENSIONES T_1 Y T_2

Hallaremos la tensión que soportan los cables en los distintos escenarios

4.10.4.1.1. CONDICIÓN DE CARGA EN CABINA

La relación estática de T_1 y T_2 debe evaluarse para el caso más desfavorable de la posición de cabina en el hueco y con el 125% de la carga nominal.

Con la cabina con un 125% de la carga nominal, su posición más desfavorable es cabina abajo, es decir, el cable se suma al peso de la cabina podemos verlo en la Fig. 4-9

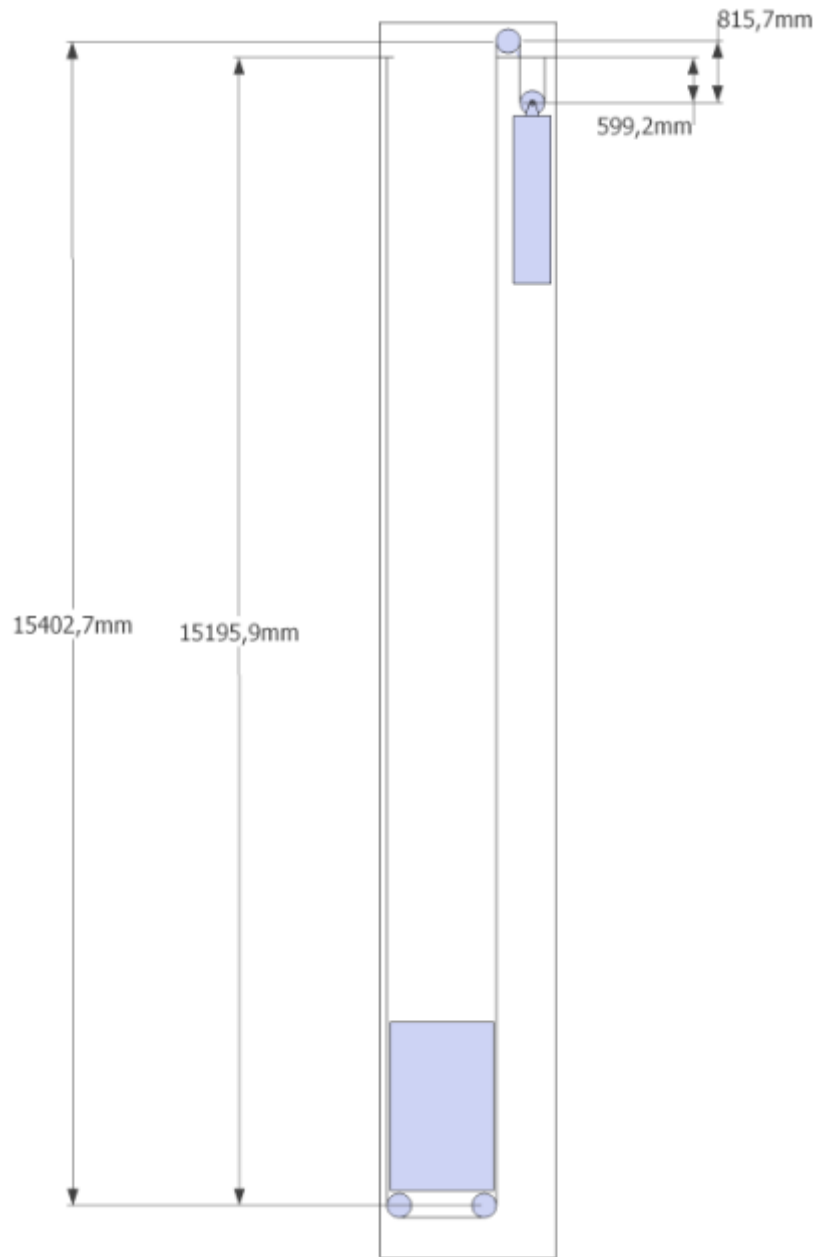


Fig. 4-9 - Diagrama de la condición de carga en cabina, situación más desfavorable: cabina abajo

T_1 Es la tensión del cable del que pende la cabina, que viene dada por la Ecuación 4-53

Ecuación 4-53

$$T_1 = \frac{P + Q \cdot (1,25) + m_{Lcm} \cdot L_{1cm} + m_{polcab}}{i} \cdot (g_n \pm a) + m_{L1ct} \cdot L_{1ct} \cdot (g_n \pm i \cdot a)$$

Donde:

P Es la masa de la cabina en vacío en kilogramos

Q Es la masa de la carga nominal en kilogramos

i Es el factor de suspensión

g_n Es la aceleración de la gravedad en metros por segundo al cuadrado

a Es la aceleración de cabina y cables de tracción ($a > 0$ en el caso de frenado de emergencia)

m_{Lcm} Es masa lineal del cordón de maniobra en kg por metro

L_{1cm} Es la longitud del cordón de maniobra en metros

m_{L1ct} Es la masa lineal de los cables de tracción del lado de la cabina en kg por metro

L_{1ct} Es la longitud de los cables del lado de la cabina.

T_2 Es la tensión del cable del que pende el contrapeso y viene dada por la Ecuación 4-54

Ecuación 4-54

$$T_2 = \frac{Z + m_{Polcpso}}{i} \cdot (g_n \mp a) + m_{L2ct} \cdot L_{2ct} \cdot (g_n \mp i \cdot a)$$

Donde:

Z es la masa de del contrapeso en kilogramos

i Es el factor de suspensión

g_n Es la aceleración de la gravedad en metros por segundo al cuadrado

a Es la aceleración de cabina y cables de tracción ($a > 0$ en el caso de frenado de emergencia)

m_{L2ct} Es la masa lineal de los cables de tracción del lado del contrapeso en kg por metro

L_{2ct} Es la longitud de los cables del lado del contrapeso.

Comprobamos que se cumple la condición de tracción bajo la condición de carga dada por la Ecuación 4-44.

$$\frac{T_1}{T_2} = 1,36065 \quad e^{f \cdot \alpha} = 1,75275 \quad \text{Se cumple } 1,36065 \leq 1,75275$$

4.10.4.1.2. CONDICIÓN DE FRENADO DE EMERGENCIA

La relación Dinámica de T_1 y T_2 debe evaluarse para el caso más desfavorable de la posición de cabina en el hueco y de las condiciones de carga (cabina vacía y con carga nominal)

4.10.4.1.2.1. CABINA CON CARGA NOMINAL

Con la **cabina con la carga nominal**, su posición más desfavorable es cabina abajo, es decir, el cable se suma al peso de la cabina.

La norma nos obliga a que la aceleración a debe ser un valor entre $0,5$ y $0,9 \text{ m/s}^2$ siendo el movimiento y la aceleración a favor de la gravedad. Tomaremos $a = 0,5 \text{ m/s}^2$

T_1 Es la tensión del cable del que pende la cabina sustituyendo en la Ecuación 4-53

$$T_1 = \frac{P + Q + m_{Lcm} \cdot L_{1cm} + m_{polcab}}{i} \cdot (g_n \pm a) + m_{L1ct} \cdot L_{1ct} \cdot (g_n \pm i \cdot a)$$

T_2 Es la tensión del cable del que pende el contrapeso dada por la sustituyendo en la Ecuación 4-54.

$$T_2 = \frac{Z + m_{polcpso}}{i} \cdot (g_n \mp a) + m_{L2ct} \cdot L_{2ct} \cdot (g_n \mp i \cdot a)$$

Comprobamos que se cumple la condición de tracción bajo la condición de carga dada por la Ecuación 4-45:

$$\frac{T_1}{T_2} = 1,38775 \quad e^{f \cdot \alpha} = 1,66558 \quad \text{Se cumple } 1,38775 \leq 1,66558$$

4.10.4.1.2.2. CABINA VACÍA

Con la **cabina vacía**, sin carga, su posición más desfavorable es cabina arriba, es decir, el cable no se suma al peso de la cabina. Esto podemos comprobarlo en la Fig. 4-10.

La norma nos obliga a que la aceleración a debe ser un valor entre $0,5$ y $0,9 \text{ m/s}^2$ siendo el movimiento y la aceleración en contra de la gravedad. Tomaremos $a = -0,5 \text{ m/s}^2$

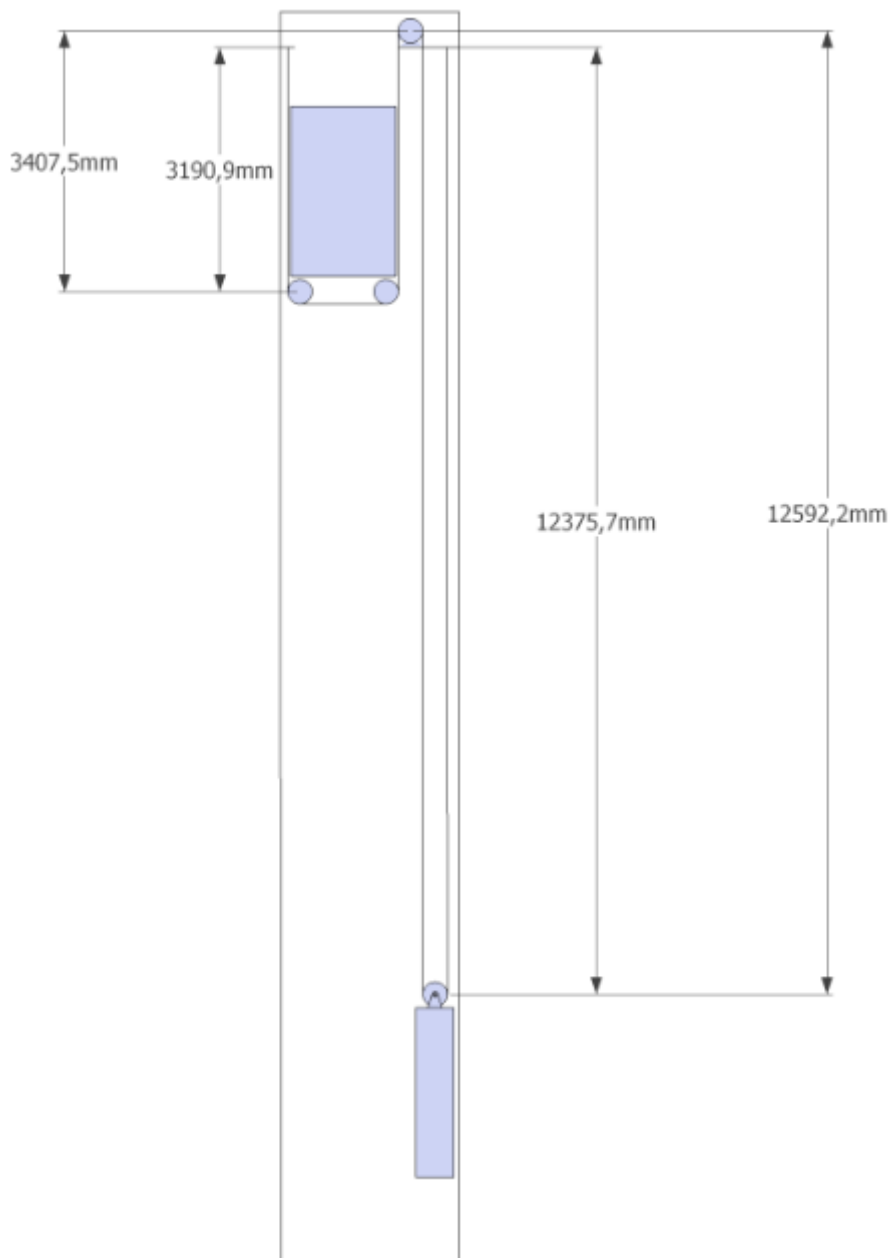


Fig. 4-10 - Diagrama de la condición de cabina vacía, situación más desfavorable: cabina arriba

T_1 Es la tensión del cable del que pende la cabina, que sustituyendo en la Ecuación 4-53

$$T_1 = \frac{P + 0 + m_{Lcm} \cdot L_{1cm} + m_{polcab}}{i} \cdot (g_n \pm a) + m_{L1ct} \cdot L_{1ct} \cdot (g_n \pm i \cdot a)$$

T_2 Es la tensión del cable del que pende el contrapeso sustituyendo en la Ecuación 4-54

$$T_2 = \frac{Z + m_{polcpso}}{i} \cdot (g_n \mp a) + m_{L2ct} \cdot L_{2ct} \cdot (g_n \mp i \cdot a)$$

Comprobamos que se cumple la condición de tracción bajo la condición de carga dada por la Ecuación 4-44

$$\frac{T_1}{T_2} = 0,89750 \quad e^{f \cdot \alpha} = 1,66558 \quad \text{Se cumple } 0,89750 \leq 1,66558$$

4.10.4.1.2.3. CONDICIÓN DE CABINA RETENIDA EN EL HUECO.

Condición de cabina retenida: La relación **estática** de T_1 y T_2 debe evaluarse para el caso más desfavorable de la posición de cabina en el hueco y de las condiciones de carga. (Cabina vacía o con carga nominal) $a = 0 \text{ m/s}^2$

En este caso debe cumplirse la Ecuación 4-45

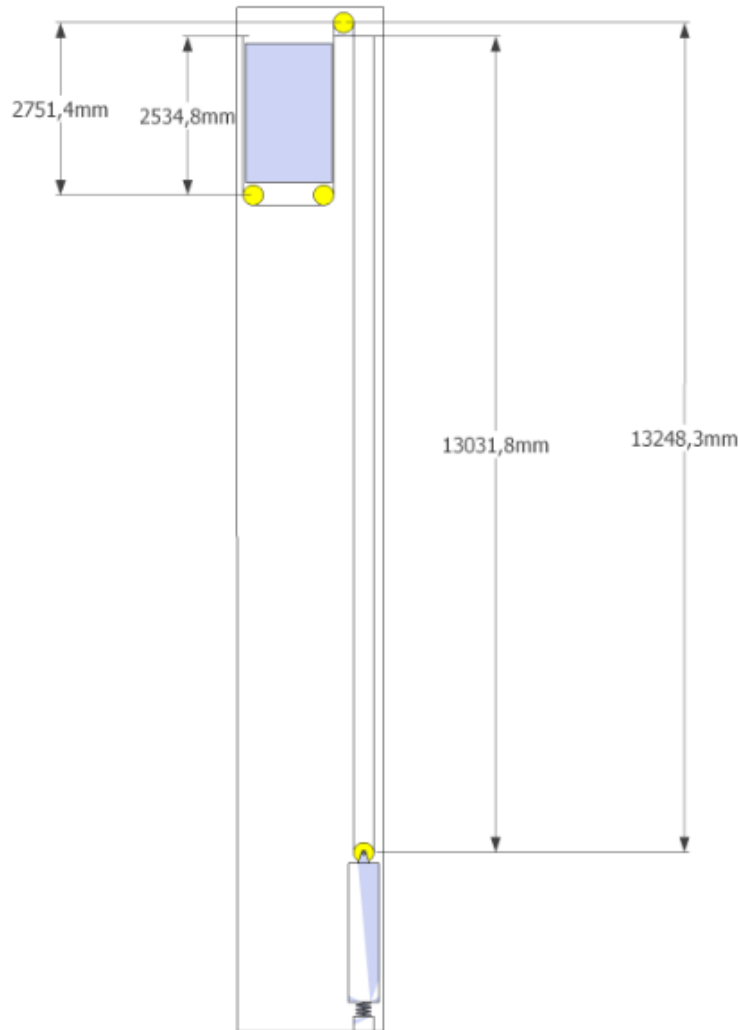


Fig. 4-11 - Diagrama de la condición de cabina retenida, situación más desfavorable: cabina arriba

T_1 Es la tensión del cable del que pende la cabina sustituyendo en la Ecuación 4-53

$$T_1 = \frac{P + 0 + m_{Lcm} \cdot L_{1cm} + m_{polcab}}{i} \cdot (g_n \pm a) + m_{L1ct} \cdot L_{1ct} \cdot (g_n \pm i \cdot a)$$

T_2 Es la tensión del cable del que pende el contrapeso, que sustituyendo en la Ecuación 4-54

$$T_2 = \frac{Z + m_{polcpso}}{i} \cdot (g_n \mp a) + m_{L2ct} \cdot L_{2ct} \cdot (g_n \mp i \cdot a)$$

Comprobamos que se cumple la condición de tracción bajo la condición de carga dada por la Ecuación 4-45

$$\frac{T_1}{T_2} = 27,36522 \quad e^{f \cdot \alpha} = 3,07214 \quad \text{Se cumple } 27,36522 \leq 3,07214$$

4.11. CALCULO DEL MOTOR

Para poder escoger el motor adecuado, éste debe cumplir con las prestaciones de nuestro ascensor, velocidad, carga y conexiones hora.

El cálculo de la potencia necesaria viene dada por la Ecuación 4-55

Ecuación 4-55

$$P = \frac{(F_{deseq}) \cdot v}{\eta}$$

Siendo:

P La potencia a desarrollar en Watios/h

F_{deseq} La carga más desfavorable en Newton

v Es la velocidad nominal del ascensor en metros por segundo.

η El rendimiento del motor

La carga más desfavorable se puede calcular mediante la Ecuación 4-56

Ecuación 4-56

$$F_{deseq} = m_{deseq} \cdot g_n = P + Q - Z = 225 \text{ kg}$$

Donde:

m_{deseq} Es la masa en desequilibrio, la diferencia de masas mayor entre cabina y contrapeso en Kilogramos

La velocidad es $v = 1 \text{ m/s}$

El rendimiento de un motor garles está entre 0,65 y 0,9 según fabricante

En nuestro caso escogeremos $\eta = 0,86$ y sustituyendo en la Ecuación 4-55

$$P_{asc} = \frac{(m_{deseq} \cdot g_n) \cdot v}{\eta} = 2.566,57 \text{ W} = 2,57 \text{ kW}$$

Por lo que tendremos que escoger un motor que desarrolle una potencia mayor que la necesaria, en este caso escogeremos un motor con una potencia de 3 Kw

CARGA EN EL EJE

El motor ha de soportar sobre su eje las tensiones que se derivan del uso del ascensor.

Para ello emplearemos la situación de carga más desfavorable para el eje que es en condición de carga (con un 125% de la carga nominal) y con la cabina arriba, en este caso, aplicando la Ecuación 4-57 y la Ecuación 4-58

Ecuación 4-57

$$T_{sobre\ el\ eje} = T_1 + T_2 = 6.807,64\ N + 5.170,18\ N = 11.977,82\ N$$

Ecuación 4-58

$$FDR = \frac{P + Q + Z}{i} + P_{ct} = 11.286,21\ N$$

El motor debe tener un par mínimo de arranque para lograr iniciar el movimiento ascendente y descendente dado por la Ecuación 4-59

Ecuación 4-59

$$\tau = \frac{\left(\frac{P+Q-Z}{\eta} + P_{ct} \right) \cdot \frac{D_{pt}}{2}}{i} \cdot g_n = 243,42\ N \cdot m$$

4.12. CALCULO DE LA ESTRUCTURA

Cumpliendo con las necesidades de obra del ascensor [5] (Plano del modelo de ascensor Synergy) hemos diseñado la estructura necesaria para albergar y resistir las reacciones del ascensor.

4.12.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ESTRUCTURA

Tabla 4.20 - Propiedades físicas de la estructura

Masa	5179,242 kg
Área	1976116,197 mm ²
Volumen	659754,869 mm ³
Centro de gravedad	x=-3,707 mm y=-199,016 mm z=35,656 mm

4.12.2. MATERIALES EMPLEADOS

Tabla 4.21 - Materiales empleados

Nombre	Acero, suave		
General	Densidad de masa		7,850 g/cm ³
	Límite de elasticidad		207,000 MPa
	Resistencia máxima a tracción		345,000 MPa
Tensión	Módulo de Young		220,000 GPa
	Coeficiente de Poisson		0,275 su
Nombre(s) de pieza	DIN	IPB	120
			00000001.ipt
	DIN	IPB	120
			00000002.ipt
	DIN	IPB	120
			00000003.ipt
	DIN	IPB	200
			00000004.ipt
	DIN	IPB	200
			00000005.ipt
	DIN	IPB	200
			00000006.ipt
	DIN	IPB	200
			00000007.ipt
	DIN	IPB	200
			00000008.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000099.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000100.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000101.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000102.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000103.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000104.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000105.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000106.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000107.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000108.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000109.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000110.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000111.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000112.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000113.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000114.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000115.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000116.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000117.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000118.ipt
	DIN	100x100x6.3	00000119.ipt

DIN	100x100x6.3	00000120.ipt
DIN	100x100x6.3	00000121.ipt
DIN	100x100x6.3	00000122.ipt
DIN	100x100x6.3	00000123.ipt
DIN	100x100x6.3	00000124.ipt
DIN	100x100x6.3	00000125.ipt
DIN	100x100x6.3	00000126.ipt
DIN	100x100x6.3	00000127.ipt
DIN	100x100x6.3	00000128.ipt
DIN	100x100x6.3	00000129.ipt
DIN	100x100x6.3	00000130.ipt
DIN	100x100x6.3	00000131.ipt
DIN	100x100x6.3	00000132.ipt
DIN	100x100x6.3	00000133.ipt
DIN	100x100x6.3	00000134.ipt
DIN	100x100x6.3	00000135.ipt
DIN	100x100x6.3	00000136.ipt
DIN	100x100x6.3	00000137.ipt
DIN	100x100x6.3	00000138.ipt
DIN	100x100x6.3	00000139.ipt
DIN	100x100x6.3	00000140.ipt
DIN	100x100x6.3	00000141.ipt
DIN	100x100x6.3	00000142.ipt
DIN	100x100x6.3	00000143.ipt
DIN	100x100x6.3	00000144.ipt
DIN	100x100x6.3	00000145.ipt
DIN	100x100x6.3	00000146.ipt
DIN	100x100x6.3	00000147.ipt
DIN	100x100x6.3	00000148.ipt
DIN	100x100x6.3	00000149.ipt
DIN	100x100x6.3	00000150.ipt
DIN	100x100x6.3	00000151.ipt
DIN	100x100x6.3	00000152.ipt
DIN	100x100x6.3	00000153.ipt
DIN	100x100x6.3	00000154.ipt
DIN	100x100x6.3	00000155.ipt
DIN	100x100x6.3	00000156.ipt
DIN	100x100x6.3	00000157.ipt
DIN	100x100x6.3	00000158.ipt
DIN	100x100x6.3	00000159.ipt
DIN	100x100x6.3	00000160.ipt
DIN	100x100x6.3	00000161.ipt
DIN	100x100x6.3	00000162.ipt
DIN	100x100x6.3	00000163.ipt
DIN	100x100x6.3	00000164.ipt
DIN	100x100x6.3	00000165.ipt
DIN	100x100x6.3	00000166.ipt
DIN	100x100x6.3	00000167.ipt
DIN	100x100x6.3	00000168.ipt
DIN	100x100x6.3	00000169.ipt
DIN	100x100x6.3	00000170.ipt
DIN	100x100x6.3	00000171.ipt
DIN	100x100x6.3	00000172.ipt
DIN	100x100x6.3	00000173.ipt
DIN	100x100x6.3	00000174.ipt
DIN	100x100x6.3	00000188.ipt
DIN	100x100x6.3	00000187.ipt

DIN	100x100x6.3	00000186.ipt
DIN	100x100x6.3	00000185.ipt
DIN	100x100x6.3	00000184.ipt
DIN	100x100x6.3	00000183.ipt
DIN	100x100x6.3	00000182.ipt
DIN	100x100x6.3	00000181.ipt
DIN	100x100x6.3	00000180.ipt
DIN	100x100x6.3	00000179.ipt
DIN	100x100x6.3	00000178.ipt
DIN	100x100x6.3	00000176.ipt
DIN	100x100x6.3	00000177.ipt
DIN	100x100x6.3	00000175.ipt

4.12.3. SECCIONES TRANSVERSALES DE VIGAS DIN IPB 120

Tabla 4.22 - Secciones transversales de vigas DIN IPB 120

Propiedades de geometría	Área de sección (a)	3400,611 mm ²
	Anchura de sección	120,000 mm
	Altura de sección	120,000 mm
	Centroide de sección (x)	60,000 mm
	Centroide de sección (y)	60,000 mm
Propiedades mecánicas	Momento de inercia (I _x)	8643725,308 mm ⁴
	Momento de inercia (I _y)	3175215,958 mm ⁴
	Módulo de rigidez de torsión (J)	139346,220 mm ⁴
	Módulo de sección (W _x)	144062,088 mm ³
	Módulo de sección (W _y)	52920,266 mm ³
	Módulo de sección de torsión (W _z)	8359,792 mm ³
	Área de esfuerzo cortante reducida (A _x)	1882,055 mm ²
	Área de esfuerzo cortante reducida (A _y)	680,147 mm ²

4.12.4. SECCIONES TRANSVERSALES DE VIGAS DIN IPB 200

Tabla 4.23 - Secciones Transversales de vigas DIN IPB 200

Propiedades de geometría	Área de sección (a)	7808,124 mm ²
	Anchura de sección	200,000 mm
	Altura de sección	200,000 mm
	Centroide de sección (x)	100,000 mm
	Centroide de sección (y)	100,000 mm
Propiedades mecánicas	Momento de inercia (I _x)	56961760,590 mm ⁴
	Momento de inercia (I _y)	20033687,807 mm ⁴
	Módulo de rigidez de torsión (J)	595477,186 mm ⁴
	Módulo de sección (W _x)	569617,606 mm ³
	Módulo de sección (W _y)	200336,878 mm ³
	Módulo de sección de torsión (W _z)	25783,555 mm ³
	Área de esfuerzo cortante reducida (A _x)	4222,051 mm ²
	Área de esfuerzo cortante reducida (A _y)	1595,698 mm ²

4.12.5. SECCIONES TRANSVERSALES DE TUBO ESTRUCTURAL DIN 100X100X6.3

Tabla 4.24 - Secciones transversales de tubo estructural DIN 50x50x4

Propiedades de geometría	Área de sección (a)	2259,029 mm ²
	Anchura de sección	100,000 mm

Propiedades mecánicas	Altura de sección	100,000 mm
	Centroide de sección (x)	50,000 mm
	Centroide de sección (y)	50,000 mm
	Momento de inercia (I_x)	3227580,284 mm ⁴
	Momento de inercia (I_y)	3227580,284 mm ⁴
	Módulo de rigidez de torsión (J)	5024267,590 mm ⁴
	Módulo de sección (W_x)	64551,606 mm ³
	Módulo de sección (W_y)	64551,606 mm ³
	Módulo de sección de torsión (W_z)	97020,925 mm ³
	Área de esfuerzo cortante reducida (A_x)	1041,374 mm ²
	Área de esfuerzo cortante reducida (A_y)	1041,374 mm ²

4.12.6. UBICACIÓN DE LAS FUERZAS

A partir de aquí vamos a ver las fuerzas que afectan a nuestra estructura según [5] (Plano del modelo de ascensor Synergy)

4.12.6.1. FUERZA:1

Podemos ver que nos piden 3 vigas que soporten 1500 kg y la fuerza se aplicaría en el centro de las mismas. Esta es una de ellas.

Tabla 4.25 – Datos Fuerza 1

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	15000,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	Sí
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Fx	-0,000 N
Fy	-15000,000 N
Fz	0,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

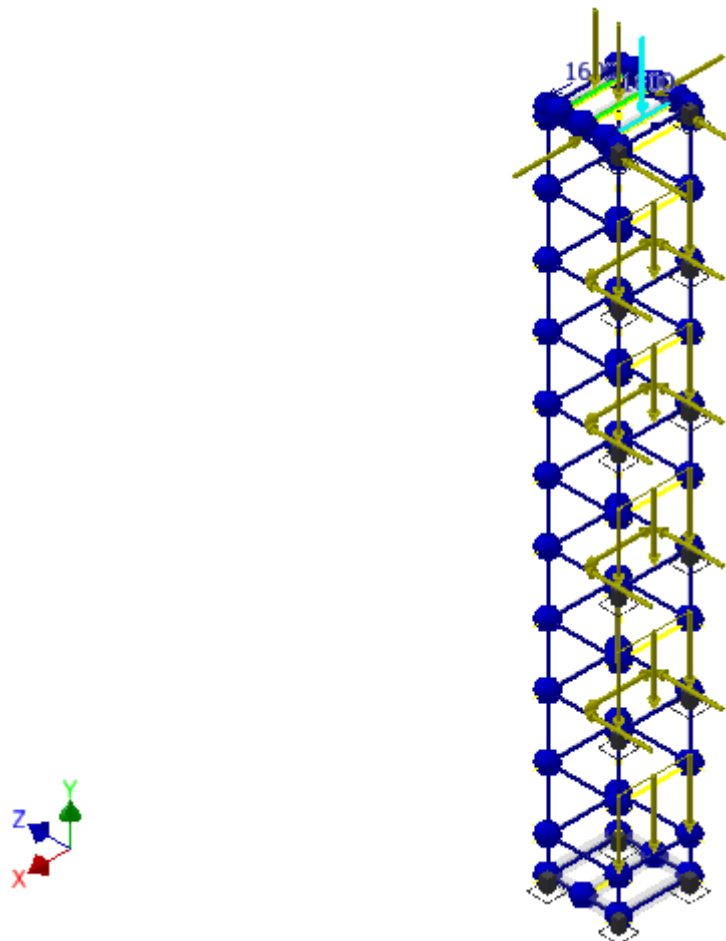


Fig. 4-12 - Descripción gráfica de la Fuerza 1

4.12.6.2. **FUERZA:2**

Podemos ver que nos piden 3 vigas que soporten 1500 kg y la fuerza se aplicaría en el centro de las mismas. Esta es una de ellas.

Tabla 4.26 – Datos Fuerza 2

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	15000,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	Sí
Ángulo de plano	270,00 °
Ángulo en plano	90,00 °
Fx	-0,000 N
Fy	-15000,000 N
Fz	0,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

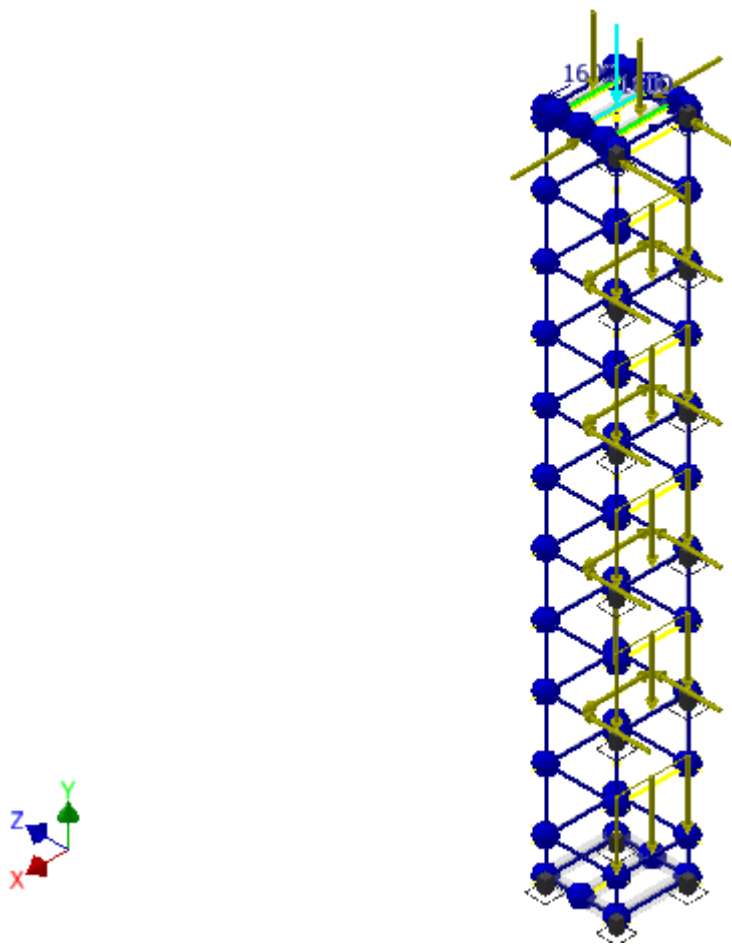


Fig. 4-13 - Descripción gráfica de la Fuerza 2

4.12.6.3. **FUERZA:3**

Podemos ver que nos piden 3 vigas que soporten 1500 kg y la fuerza se aplicaría en el centro de las mismas. Esta es una de ellas.

Tabla 4.27 – Fuerza 3

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	15000,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	Sí
Ángulo de plano	270 °
Ángulo en plano	90 °
Fx	-0,000 N
Fy	-15000,000 N
Fz	0,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

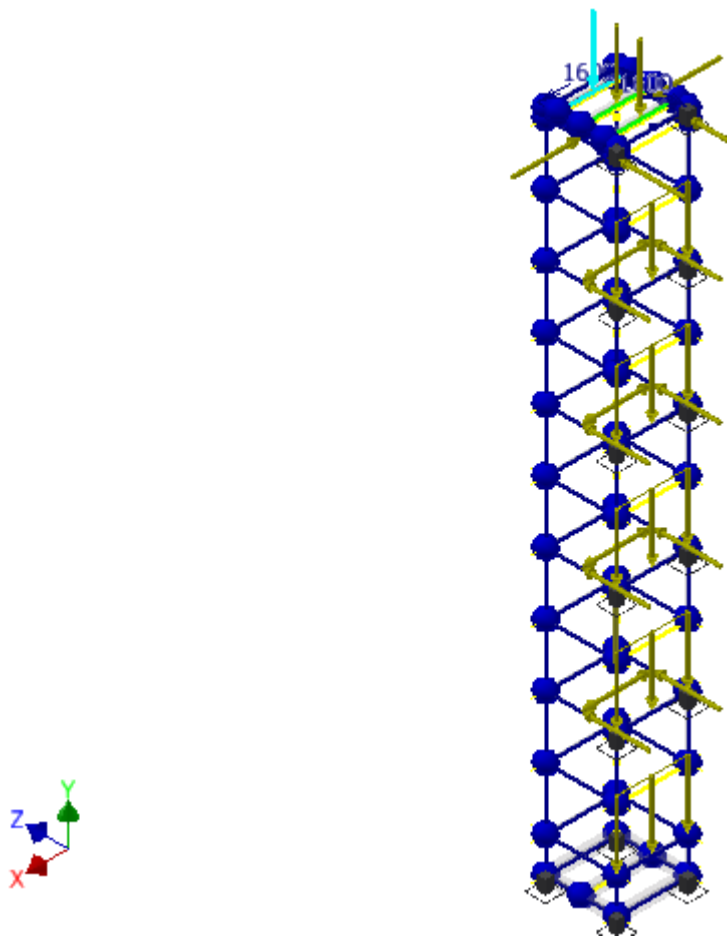


Fig. 4-14 - Descripción gráfica de la Fuerza 3

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) que las reacciones de las guías sobre las fijaciones son, en el caso de las F_x y F_y de 90 N, que serán las fuerzas 4 a

4.12.6.4. FUERZA:4

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) que las reacciones de las guías sobre las fijaciones son, en el caso de las F_y de 90 N

Tabla 4.28 – Fuerza 4

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	900,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	0,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
F_x	900,000 N
F_y	-0,000 N
F_z	0,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

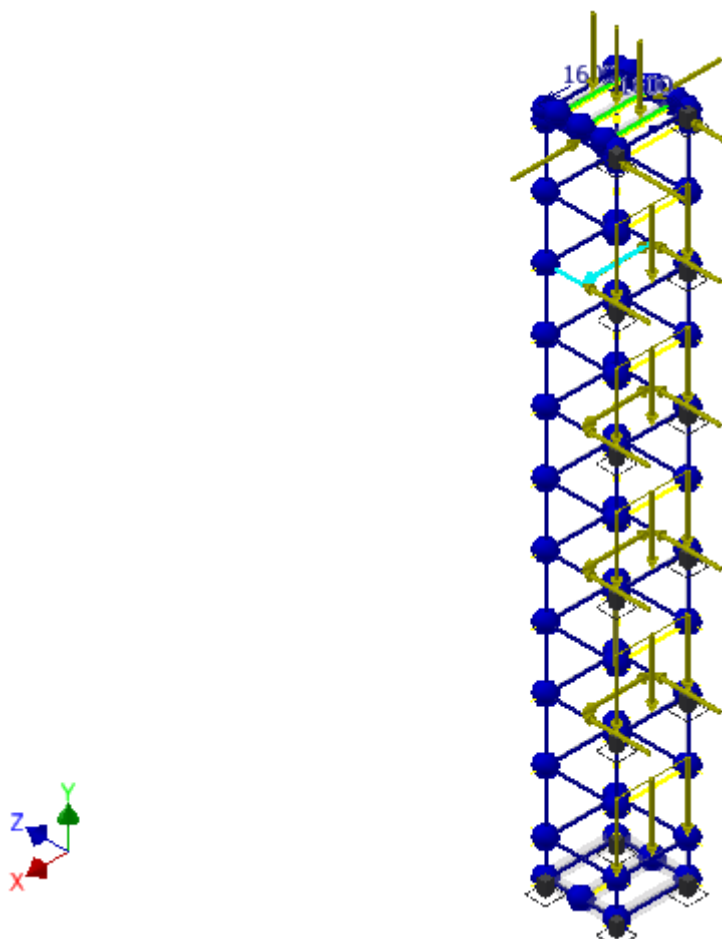


Fig. 4-15 - Descripción gráfica de la Fuerza 4

4.12.6.5. **FUERZA:5**

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) que las reacciones de las guías sobre las fijaciones son, en el caso de las Fy de 90 N

Tabla 4.29 – Fuerza 5

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	900,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	180,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Fx	-900,000 N
Fy	0,000 N
Fz	0,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

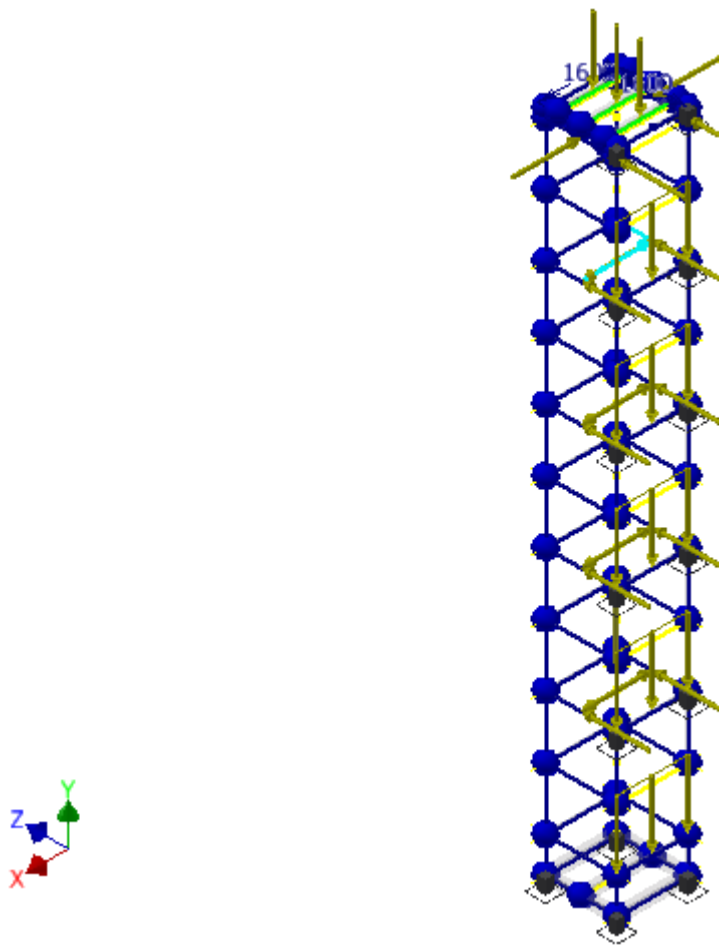


Fig. 4-16 - Descripción gráfica de la Fuerza 5

4.12.6.6. **FUERZA:6**

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) que las reacciones de las guías sobre las fijaciones son, en el caso de las Fy de 90 N

Tabla 4.30 – Fuerza 6

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	900,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	180,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Fx	-900,000 N
Fy	0,000 N
Fz	0,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

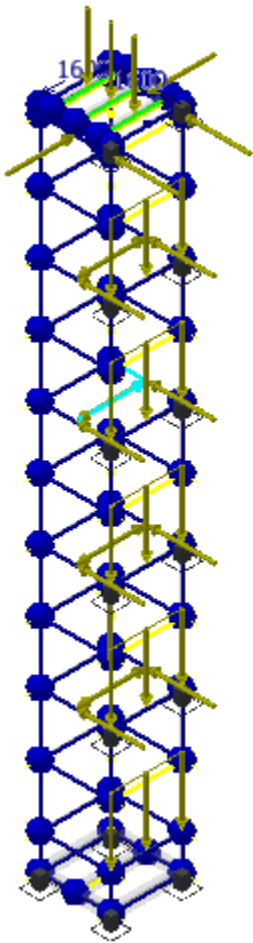


Fig. 4-17 - Descripción gráfica de la Fuerza 6

4.12.6.7. **FUERZA:7**

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) que las reacciones de las guías sobre las fijaciones son, en el caso de las Fy de 90 N

Tabla 4.31 – Fuerza 7

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	900,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	0,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Fx	900,000 N
Fy	0,000 N
Fz	0,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

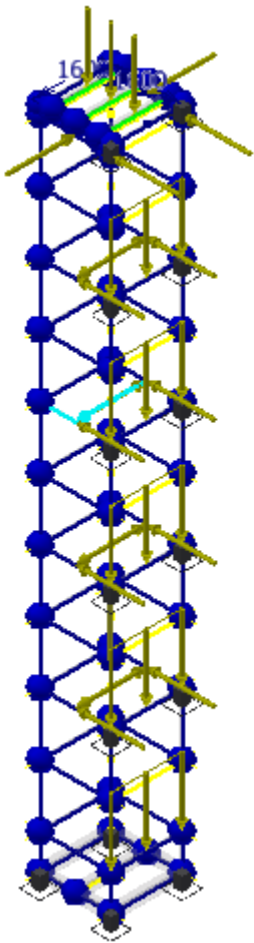


Fig. 4-18 - Descripción gráfica de la Fuerza 7

4.12.6.8. **FUERZA:8**

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) que las reacciones de las guías sobre las fijaciones son, en el caso de las Fy de 90 N

Tabla 4.32 – Fuerza 8

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	900,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	180,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Fx	-900,000 N
Fy	0,000 N
Fz	0,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

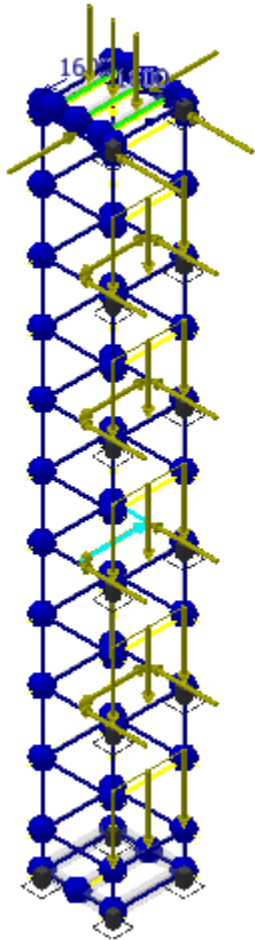


Fig. 4-19 - Descripción gráfica de la Fuerza 8

4.12.6.9. **FUERZA:9**

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) que las reacciones de las guías sobre las fijaciones son, en el caso de las Fy de 90 N

Tabla 4.33 – Fuerza 9

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	900,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	0,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Fx	900,000 N
Fy	0,000 N
Fz	0,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

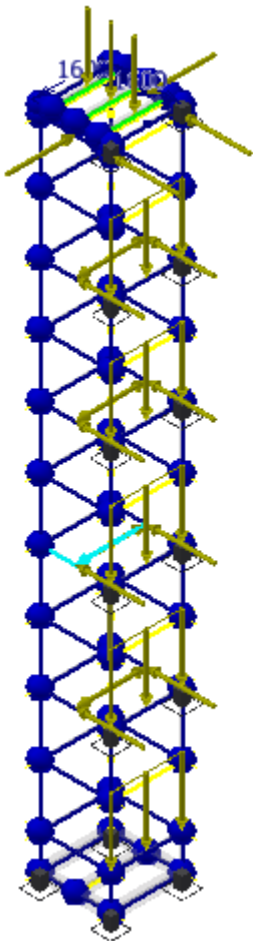


Fig. 4-20 - Descripción gráfica de la Fuerza 9

4.12.6.10. **FUERZA:10**

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) que las reacciones de las guías sobre las fijaciones son, en el caso de las F_y de 90 N

Tabla 4.34 – Fuerza 10

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	900,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	180,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
F_x	-900,000 N
F_y	0,000 N
F_z	0,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

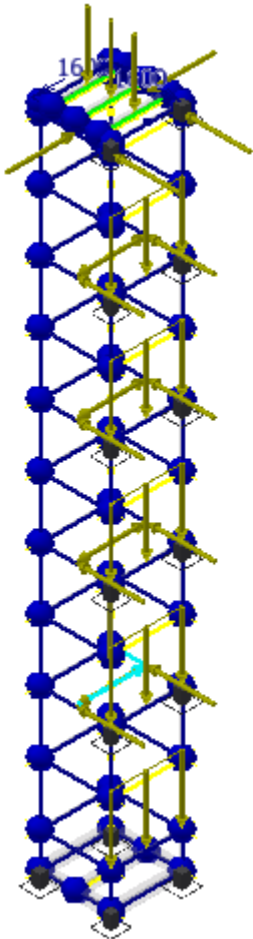


Fig. 4-21 - Descripción gráfica de la Fuerza 10

4.12.6.11. **FUERZA:11**

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) que las reacciones de las guías sobre las fijaciones son, en el caso de las F_y de 90 N

Tabla 4.35 – Fuerza 11

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	900,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	0,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
F_x	900,000 N
F_y	0,000 N
F_z	0,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

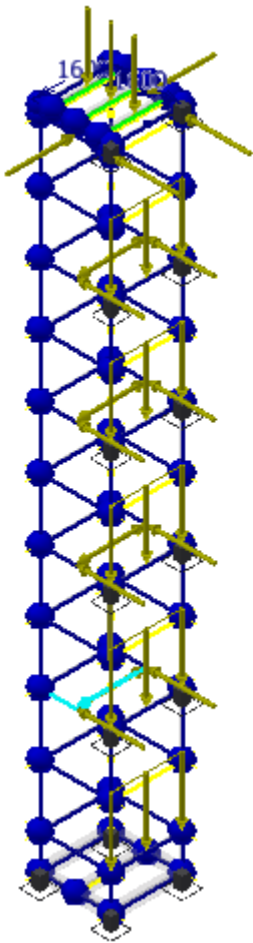


Fig. 4-22 - Descripción gráfica de la Fuerza 11

4.12.6.12. FUERZA:12

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) que las reacciones de las guías sobre las fijaciones son, en el caso de las Fx de 90 N

Tabla 4.36 – Fuerza 12

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	880,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	90,00 gr
Ángulo en plano	0,00 gr
Fx	0,000 N
Fy	0,000 N
Fz	880,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

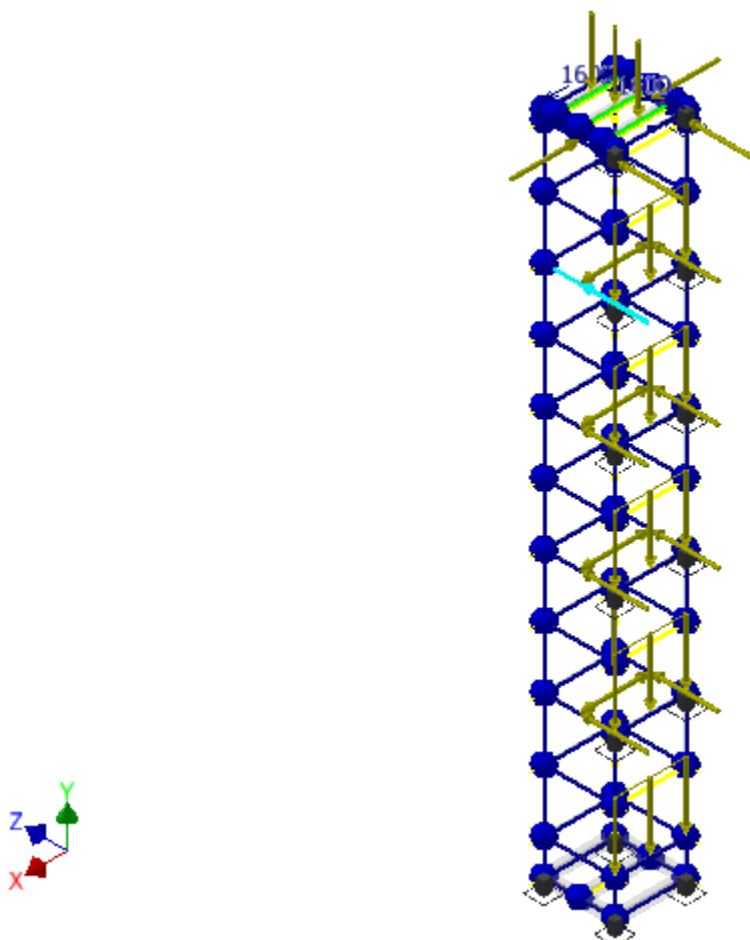


Fig. 4-23 - Descripción gráfica de la Fuerza 12

4.12.6.13. **FUERZA:13**

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) que las reacciones de las guías sobre las fijaciones son, en el caso de las Fx de 90 N

Tabla 4.37 – Fuerza 13

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	880,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	90,00 gr
Ángulo en plano	0,00 gr
Fx	0,000 N
Fy	0,000 N
Fz	880,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

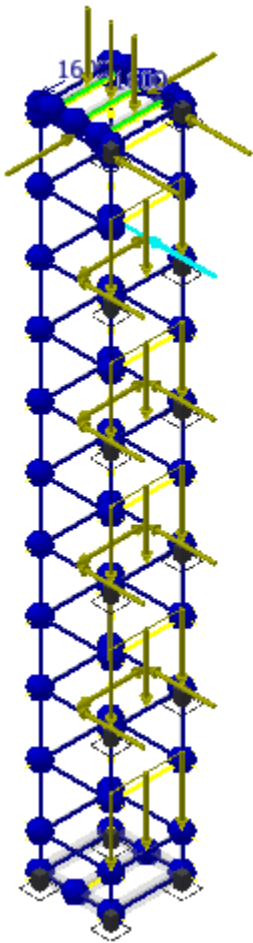


Fig. 4-24 - Descripción gráfica de la Fuerza 13

4.12.6.14. **FUERZA:14**

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) que las reacciones de las guías sobre las fijaciones son, en el caso de las Fx de 90 N

Tabla 4.38 – Fuerza 14

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	880,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	90,00 gr
Ángulo en plano	0,00 gr
Fx	0,000 N
Fy	0,000 N
Fz	880,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

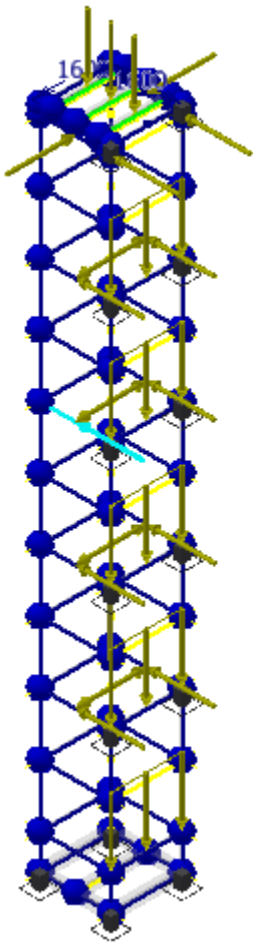


Fig. 4-25 - Descripción gráfica de la Fuerza 14

4.12.6.15. **FUERZA:15**

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) que las reacciones de las guías sobre las fijaciones son, en el caso de las Fx de 90 N

Tabla 4.39 – Fuerza 15

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	880,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	90,00 gr
Ángulo en plano	0,00 gr
Fx	0,000 N
Fy	0,000 N
Fz	880,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

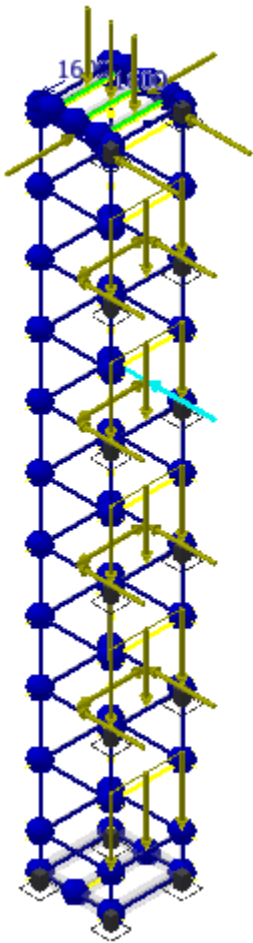


Fig. 4-26 - Descripción gráfica de la Fuerza 15

4.12.6.16. **FUERZA:16**

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) que las reacciones de las guías sobre las fijaciones son, en el caso de las Fx de 90 N

Tabla 4.40 – Fuerza 16

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	880,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	90,00 gr
Ángulo en plano	0,00 gr
Fx	0,000 N
Fy	0,000 N
Fz	880,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

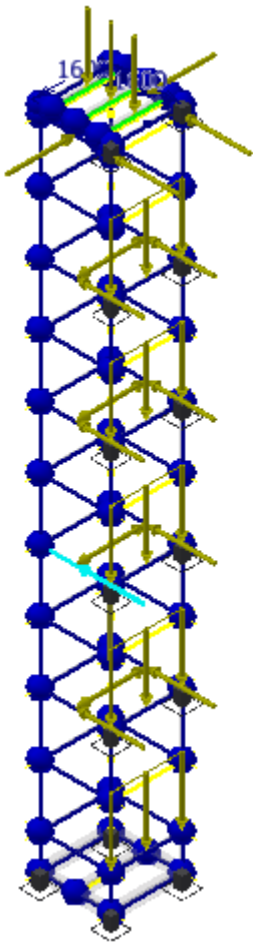


Fig. 4-27 - Descripción gráfica de la Fuerza 16

4.12.6.17. **FUERZA:17**

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) que las reacciones de las guías sobre las fijaciones son, en el caso de las Fx de 90 N

Tabla 4.41 – Fuerza 17

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	880,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	90,00 gr
Ángulo en plano	0,00 gr
Fx	0,000 N
Fy	0,000 N
Fz	880,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

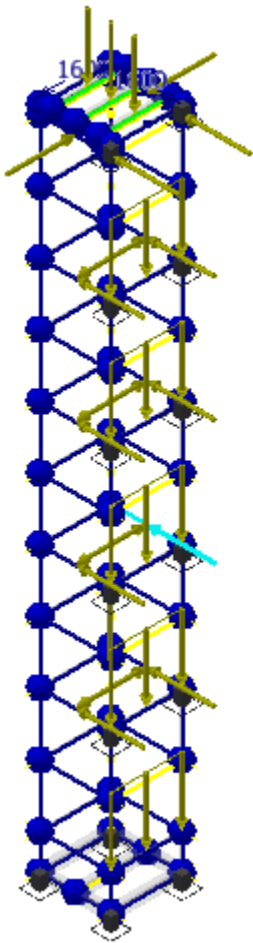


Fig. 4-28 - Descripción gráfica de la Fuerza 17

4.12.6.18. **FUERZA:18**

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) que las reacciones de las guías sobre las fijaciones son, en el caso de las Fx de 90 N

Tabla 4.42 – Fuerza 18

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	880,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	90,00 gr
Ángulo en plano	0,00 gr
Fx	0,000 N
Fy	0,000 N
Fz	880,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

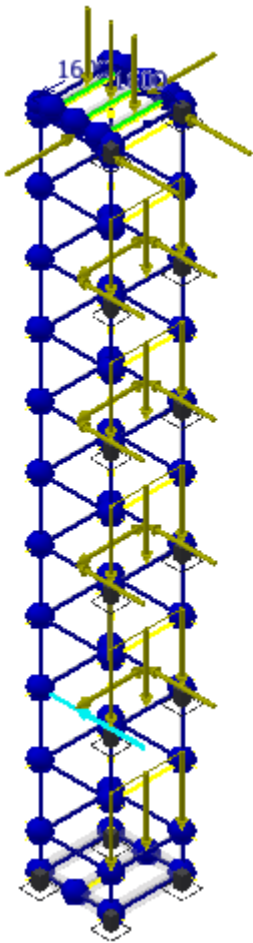


Fig. 4-29 - Descripción gráfica de la Fuerza 18

4.12.6.19. **FUERZA:19**

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) que las reacciones de las guías sobre las fijaciones son, en el caso de las Fx de 90 N

Tabla 4.43 – Fuerza 19

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	880,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	90,00 gr
Ángulo en plano	0,00 gr
Fx	0,000 N
Fy	0,000 N
Fz	880,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

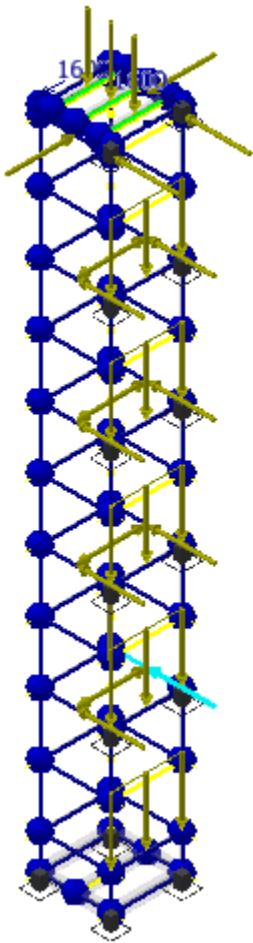


Fig. 4-30 - Descripción gráfica de la Fuerza 19

4.12.6.20. **FUERZA:20**

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) las reacciones horizontales sobre las bancadas

Tabla 4.44 – Fuerza 20

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	3508,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	180,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Fx	-3508,000 N
Fy	0,000 N
Fz	0,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas 

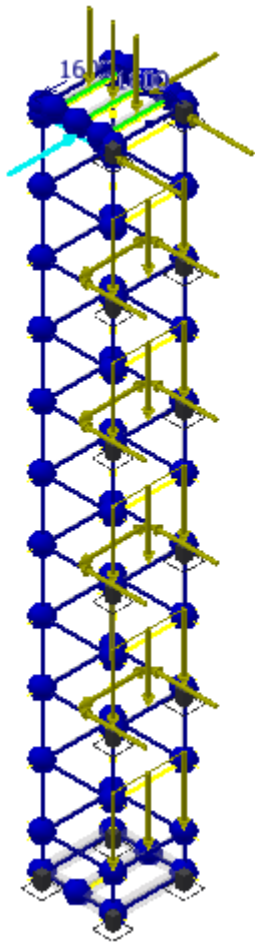


Fig. 4-31 - Descripción gráfica de la Fuerza 20

4.12.6.21. FUERZA:21

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) las reacciones horizontales sobre las bancadas

Tabla 4.45 – Fuerza 21

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	196,200 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	90,00 gr
Ángulo en plano	0,00 gr
Fx	0,000 N
Fy	0,000 N
Fz	196,200 N
Desfase	1600,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

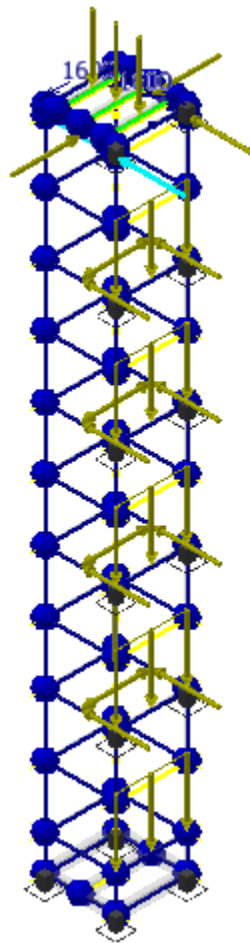


Fig. 4-32 - Descripción gráfica de la Fuerza 21

4.12.6.22. **FUERZA: 22**

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) las reacciones horizontales sobre las bancadas

Tabla 4.46 – Fuerza 22

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	3650,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	90,00 gr
Ángulo en plano	0,00 gr
Fx	0,000 N
Fy	0,000 N
Fz	3650,000 N
Desfase	0,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

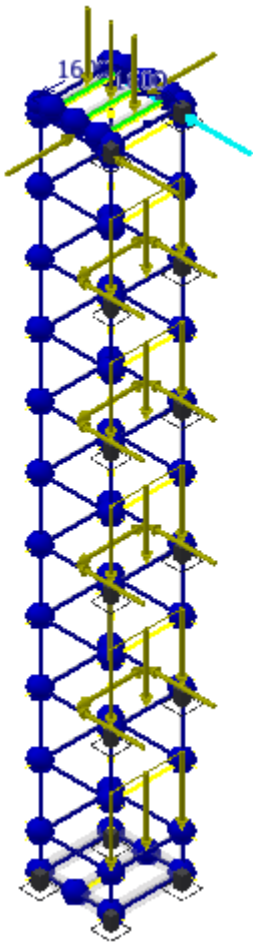


Fig. 4-33 - Descripción gráfica de la Fuerza 22

4.12.6.23. **FUERZA: 23**

Podemos ver en [5] (Planos de ascensor Synergy) las reacciones horizontales sobre las bancadas

Tabla 4.47 – Fuerza 23

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	3041,000 N
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	0,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Fx	3041,000 N
Fy	0,000 N
Fz	0,000 N
Desfase	800,000 mm

Referencia o referencias seleccionadas

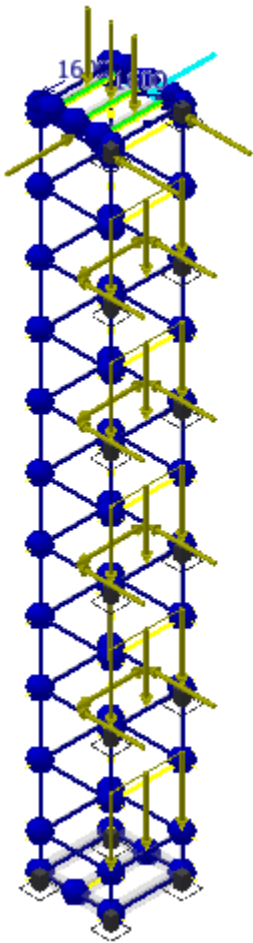


Fig. 4-34 - Descripción gráfica de la Fuerza 23

4.12.7. CARGAS CONTINUAS

Existe un cerramiento de cristal que soporta la estructura, se trata de cristales de 1650 x 1460 mm y dado que consta de 2 cristales de 3 mm de grosor, y la densidad es de 2.500 kg/m³ el peso de los mismos es de 36,135 kg y por tanto, una carga aproximadamente de 354 N

4.12.7.1. CARGA CONTINUA: 1

Tabla 4.48 – Carga continua 1

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	-0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

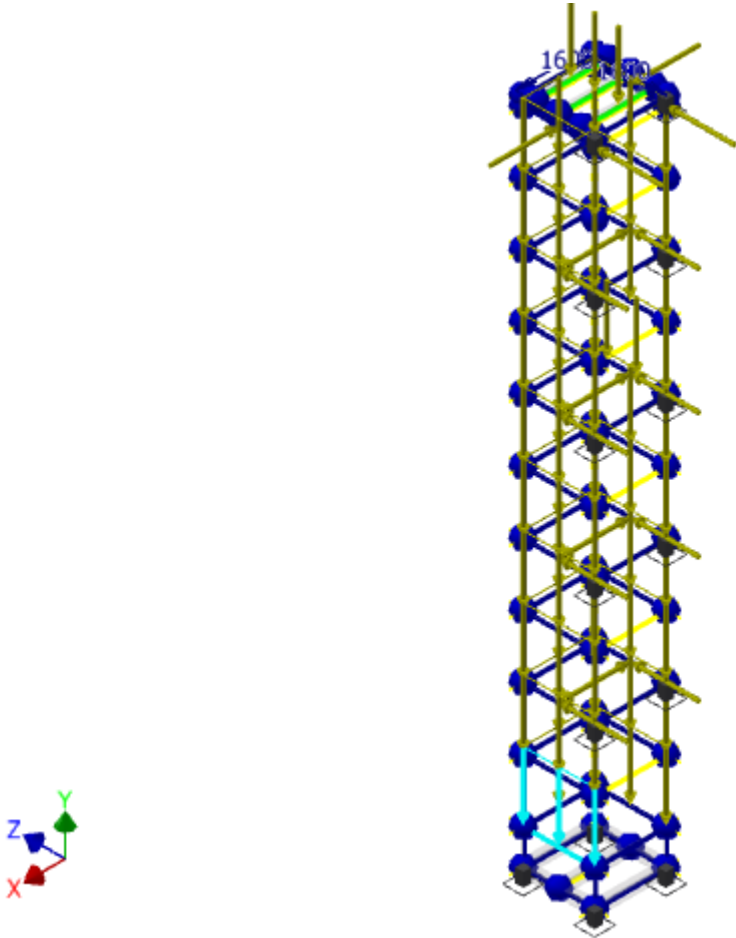


Fig. 4-35 - Descripción gráfica de la carga continua 1

4.12.7.2. CARGA CONTINUA: 2

Tabla 4.49 – Carga continua 2

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	-0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

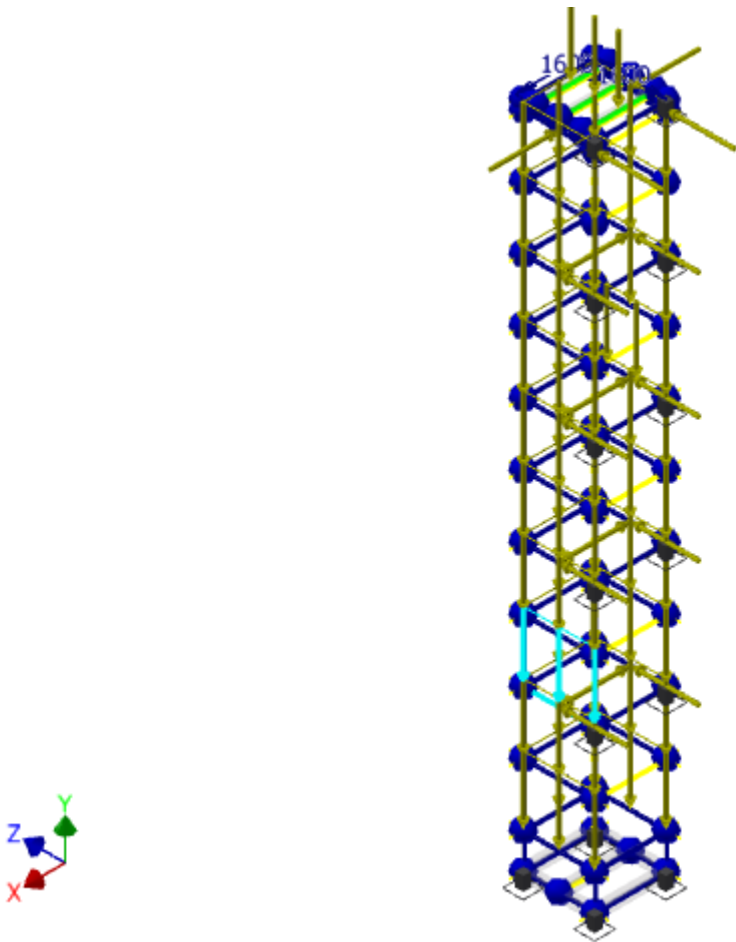


Fig. 4-36 - Descripción gráfica de la carga continua 2

4.12.7.3. CARGA CONTINUA: 3

Tabla 4.50 – Carga continua 3

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	-0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

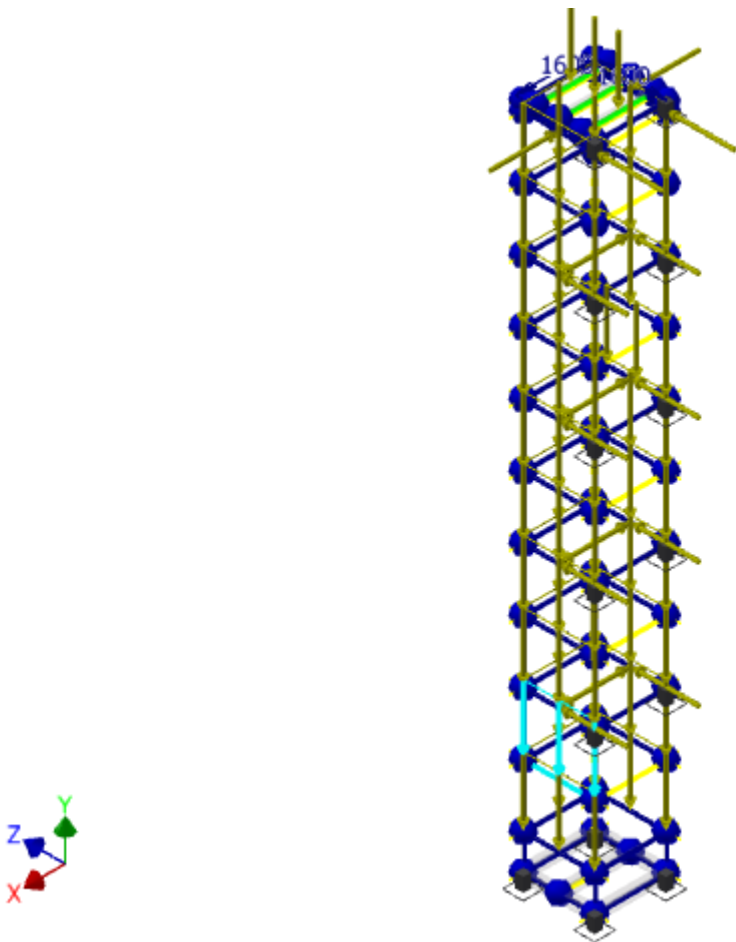


Fig. 4-37 - Descripción gráfica de la carga continua 3

4.12.7.4. CARGA CONTINUA: 4

Tabla 4.51 – Carga continua 4

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

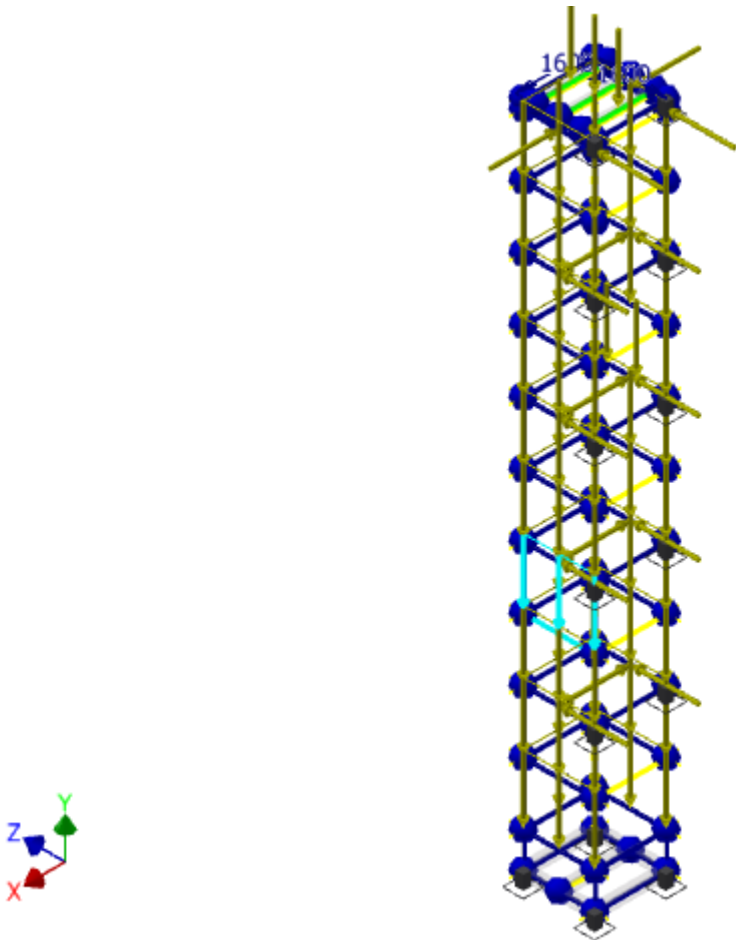


Fig. 4-38 - Descripción gráfica de la carga continua 4

4.12.7.5. CARGA CONTINUA: 5

Tabla 4.52 – Carga continua 5

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

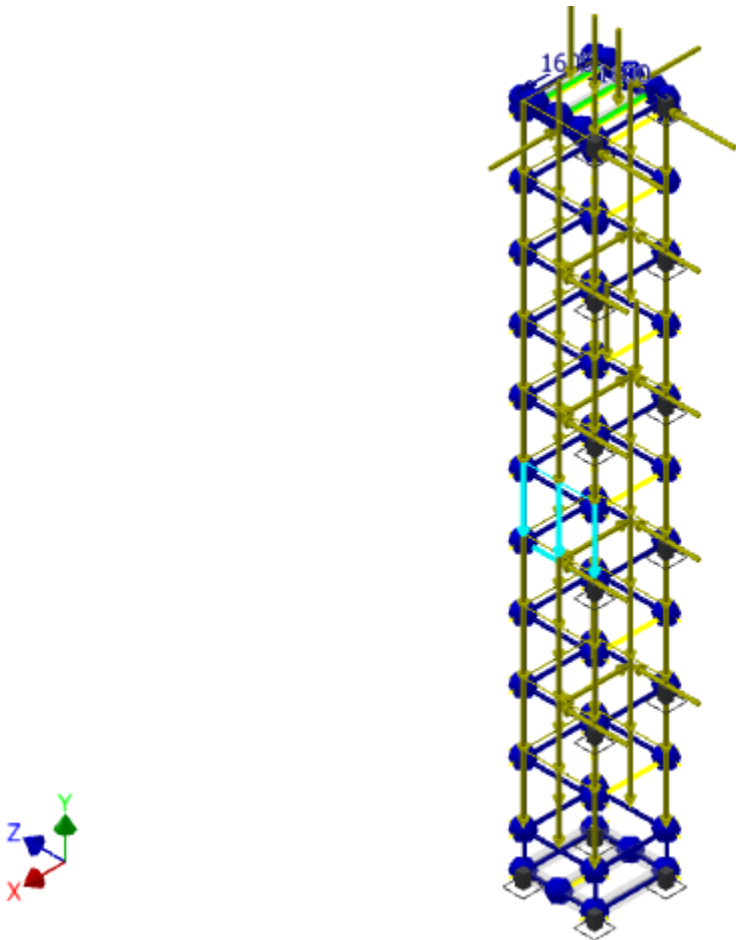


Fig. 4-39 - Descripción gráfica de la carga continua 5

4.12.7.6. **CARGA CONTINUA: 6**

Tabla 4.53 – Carga continua 6

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

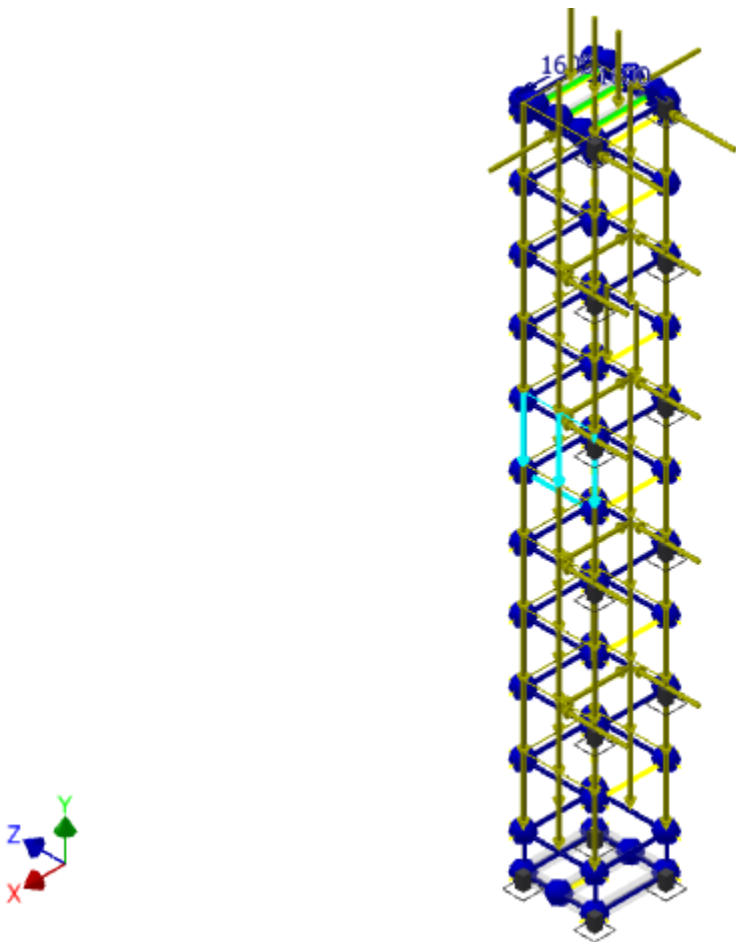


Fig. 4-40 - Descripción gráfica de la carga continua 6

4.12.7.7. **CARGA CONTINUA: 7**

Tabla 4.54 – Carga continua 7

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

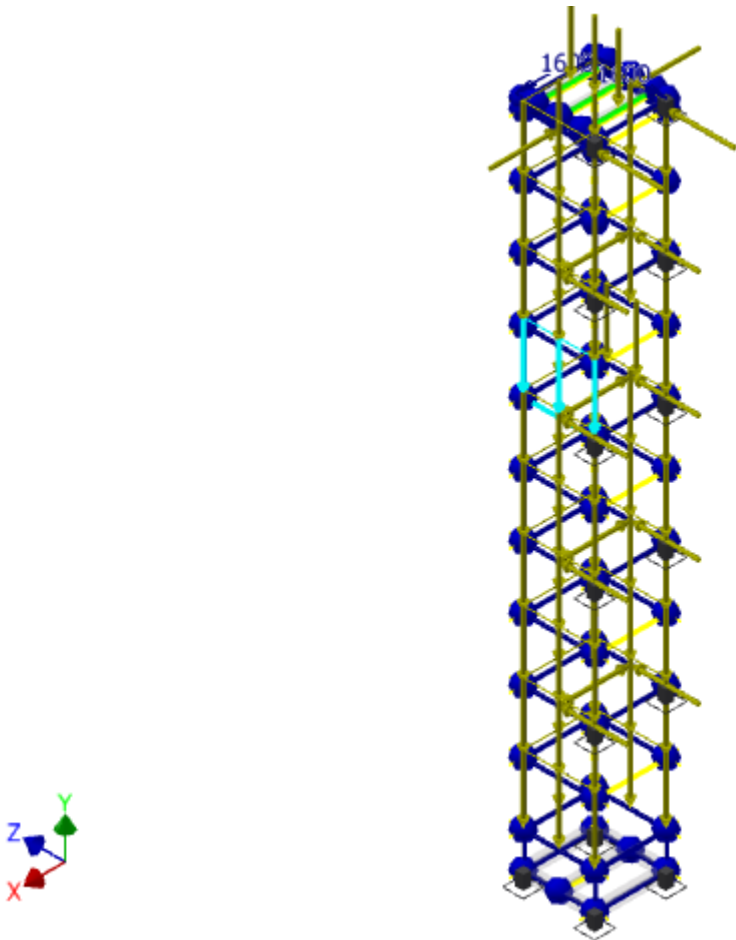


Fig. 4-41 - Descripción gráfica de la carga continua 7

4.12.7.8. CARGA CONTINUA: 8

Tabla 4.55 – Carga continua 8

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

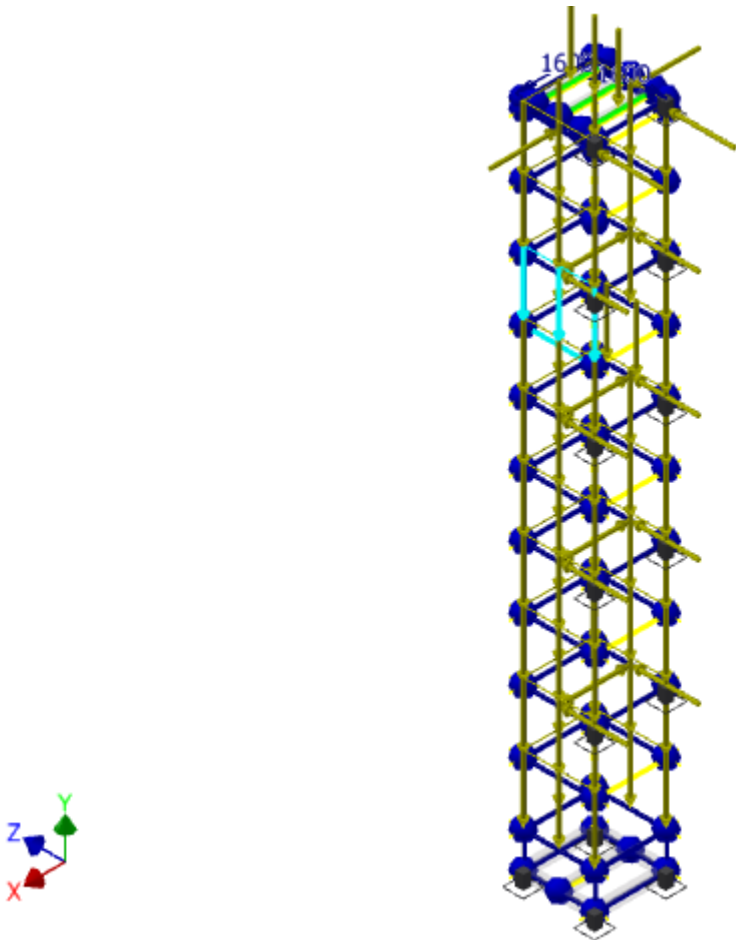


Fig. 4-42 - Descripción gráfica de la carga continua 8

4.12.7.9. CARGA CONTINUA: 9

Tabla 4.56 – Carga continua 9

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

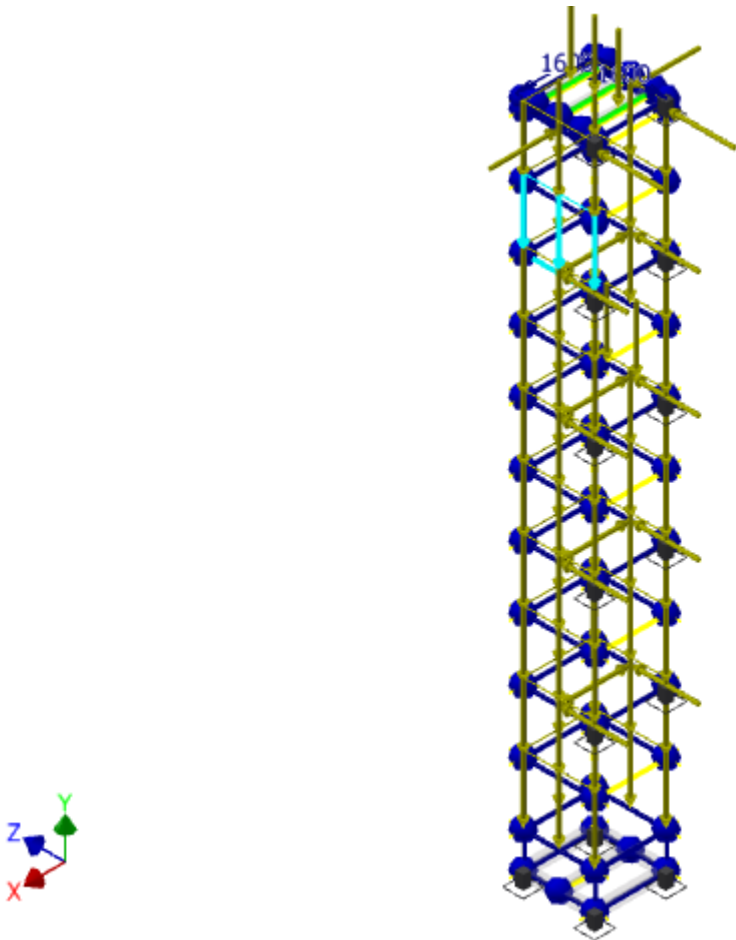


Fig. 4-43 - Descripción gráfica de la carga continua 9

4.12.7.10. **CARGA CONTINUA: 10**

Tabla 4.57 – Carga continua 10

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

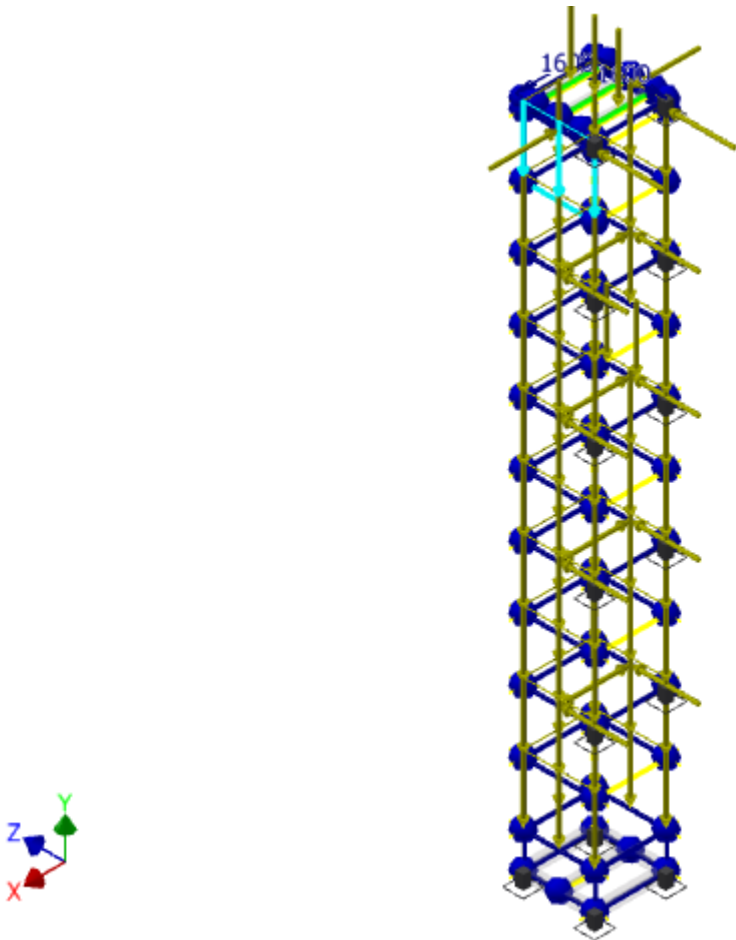


Fig. 4-44 - Descripción gráfica de la carga continua 10

4.12.7.11. **CARGA CONTINUA: 11**

Tabla 4.58 – Carga continua 11

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

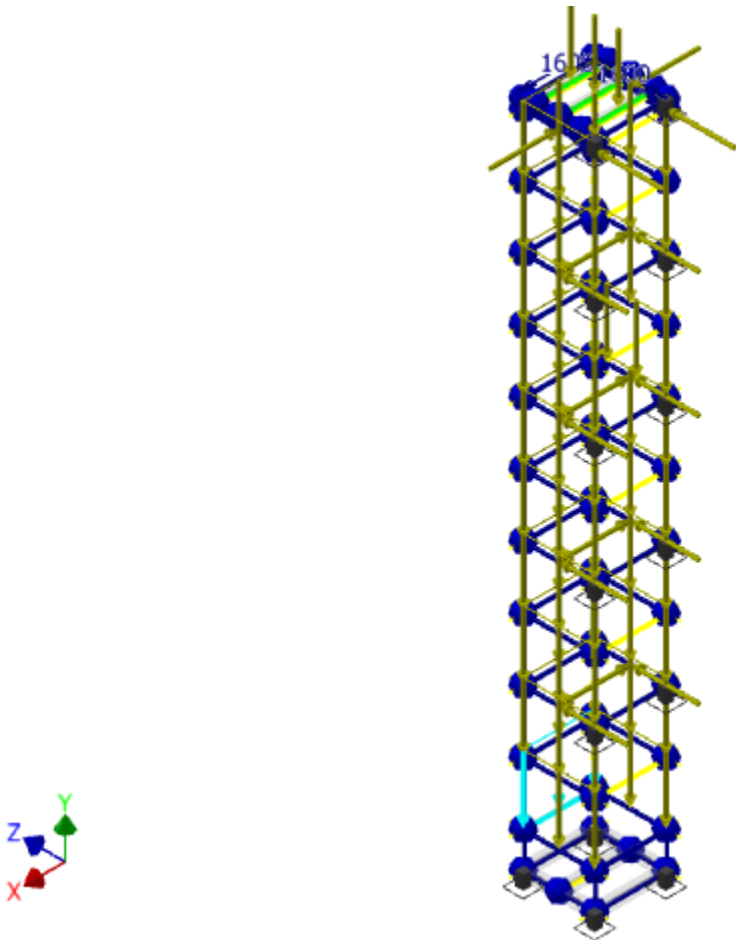


Fig. 4-45 - Descripción gráfica de la carga continua 11

4.12.7.12. CARGA CONTINUA: 12

Tabla 4.59 – Carga continua 12

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

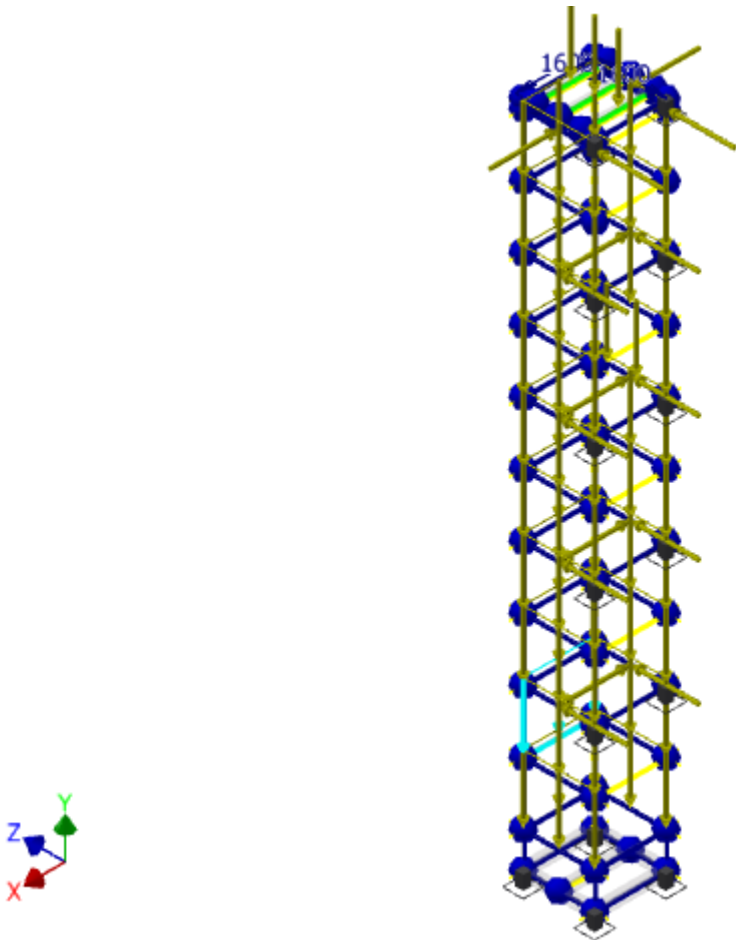


Fig. 4-46 - Descripción gráfica de la carga continua 12

4.12.7.13. **CARGA CONTINUA: 13**

Tabla 4.60 – Carga continua 13

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

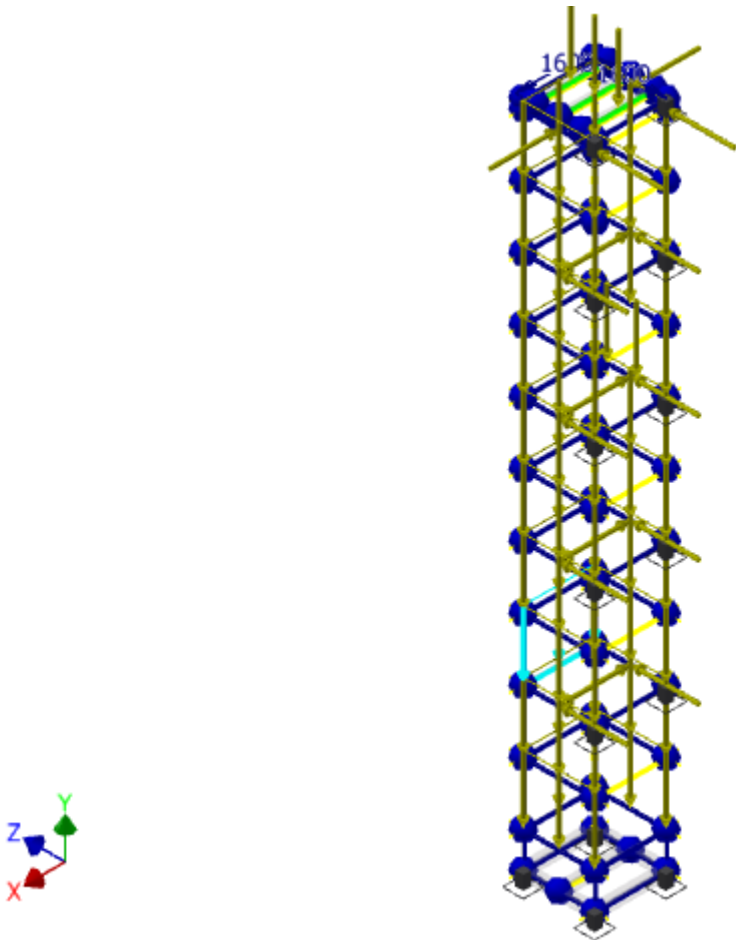


Fig. 4-47 - Descripción gráfica de la carga continua 13

4.12.7.14. **CARGA CONTINUA: 14**

Tabla 4.61 – Carga continua 14

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

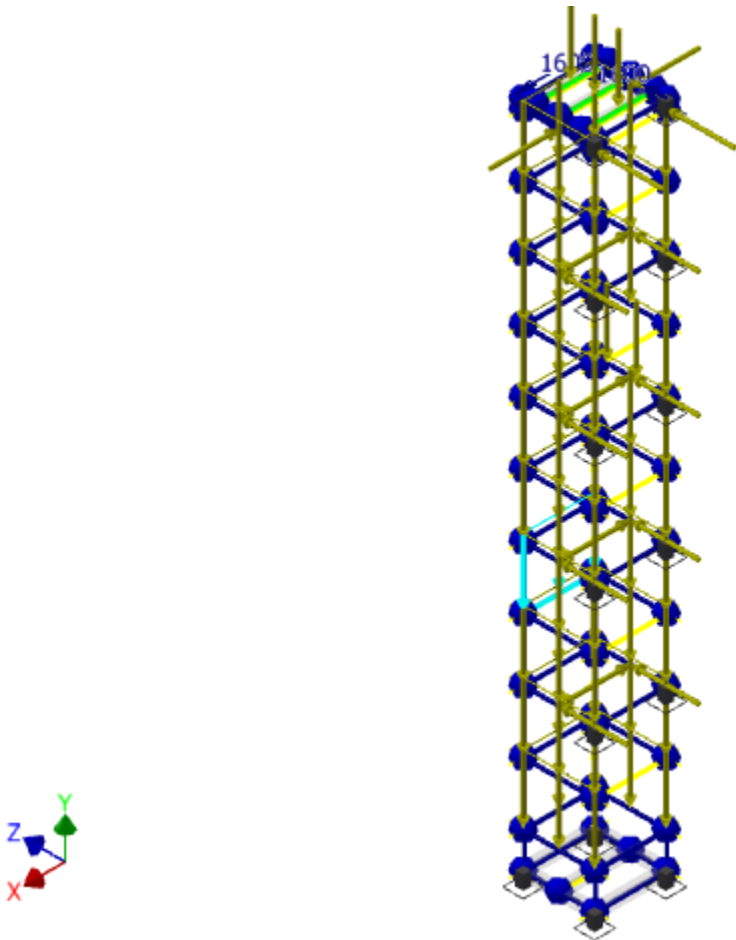


Fig. 4-48 - Descripción gráfica de la carga continua 14

4.12.7.15. **CARGA CONTINUA: 15**

Tabla 4.62 – Carga continua 15

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

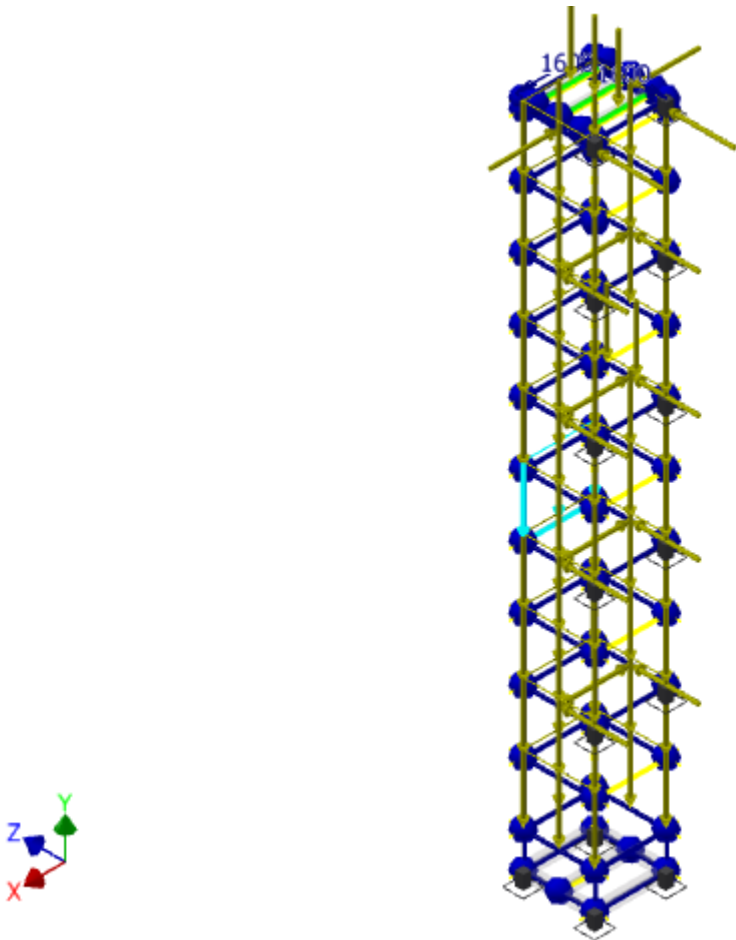


Fig. 4-49 - Descripción gráfica de la carga continua 15

4.12.7.16. **CARGA CONTINUA: 16**

Tabla 4.63 – Carga continua 16

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

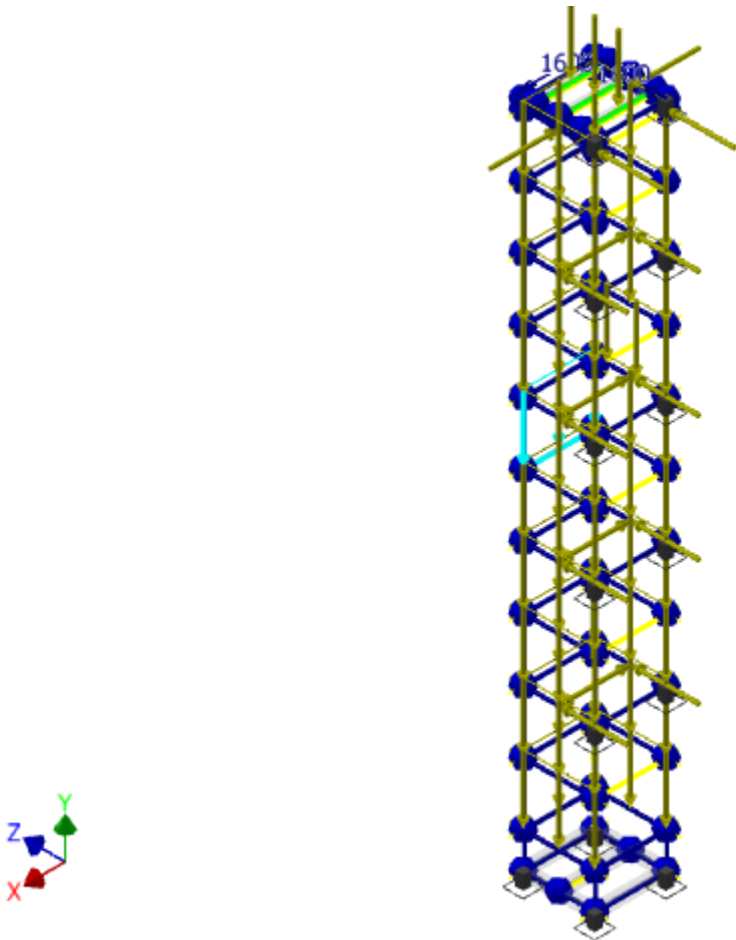


Fig. 4-50 - Descripción gráfica de la carga continua 16

4.12.7.17. **CARGA CONTINUA: 17**

Tabla 4.64 – Carga continua 17

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

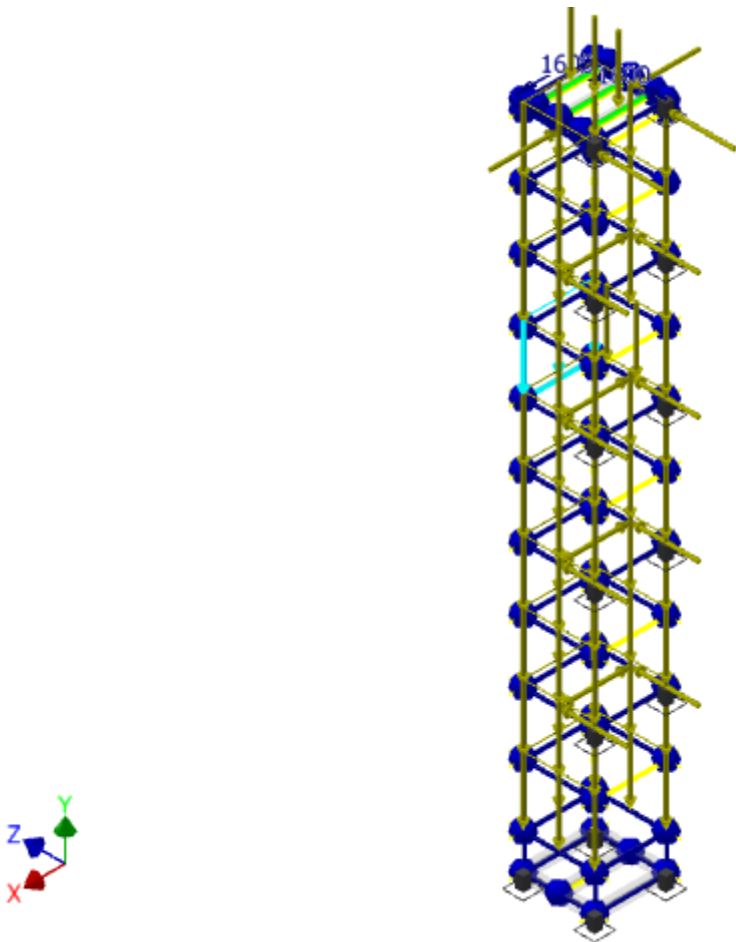


Fig. 4-51 - Descripción gráfica de la carga continua 17

4.12.7.18. **CARGA CONTINUA: 18**

Tabla 4.65 – Carga continua 18

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

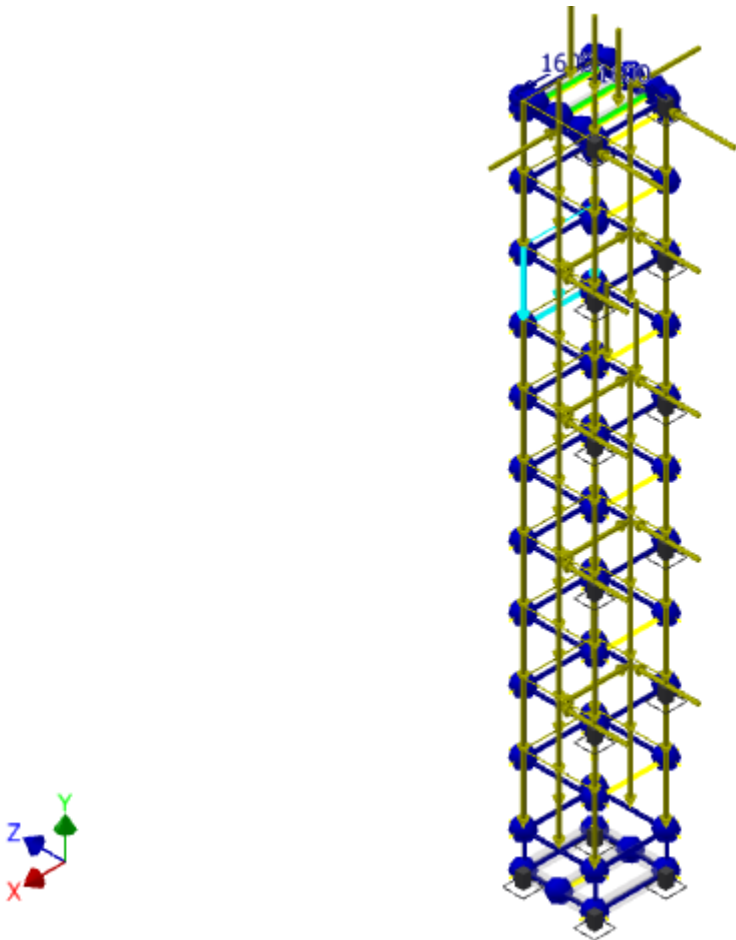


Fig. 4-52 - Descripción gráfica de la carga continua 18

4.12.7.19. **CARGA CONTINUA: 19**

Tabla 4.66 – Carga continua 19

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

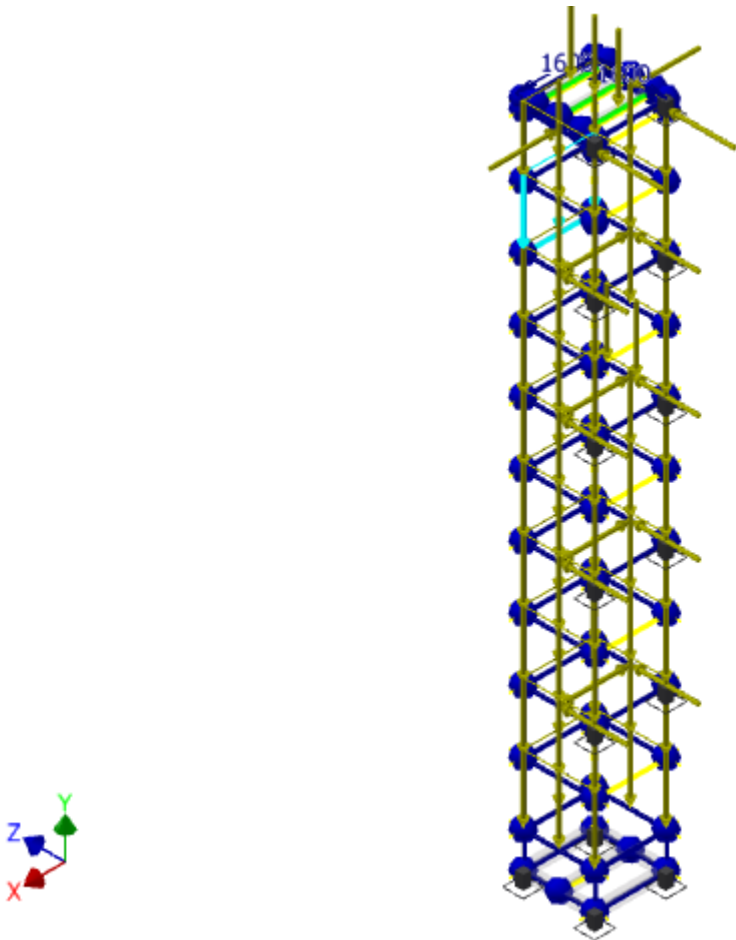


Fig. 4-53 - Descripción gráfica de la carga continua 19

4.12.7.20. **CARGA CONTINUA: 20**

Tabla 4.67 – Carga continua 20

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

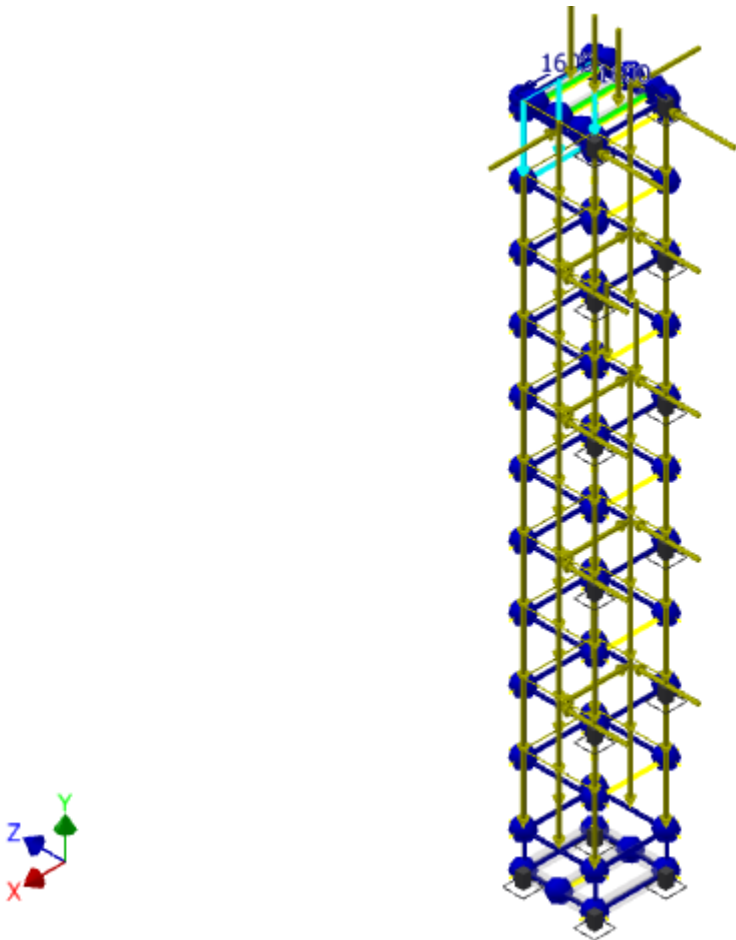


Fig. 4-54 - Descripción gráfica de la carga continua 20

4.12.7.21. **CARGA CONTINUA: 21**

Tabla 4.68 – Carga continua 21

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

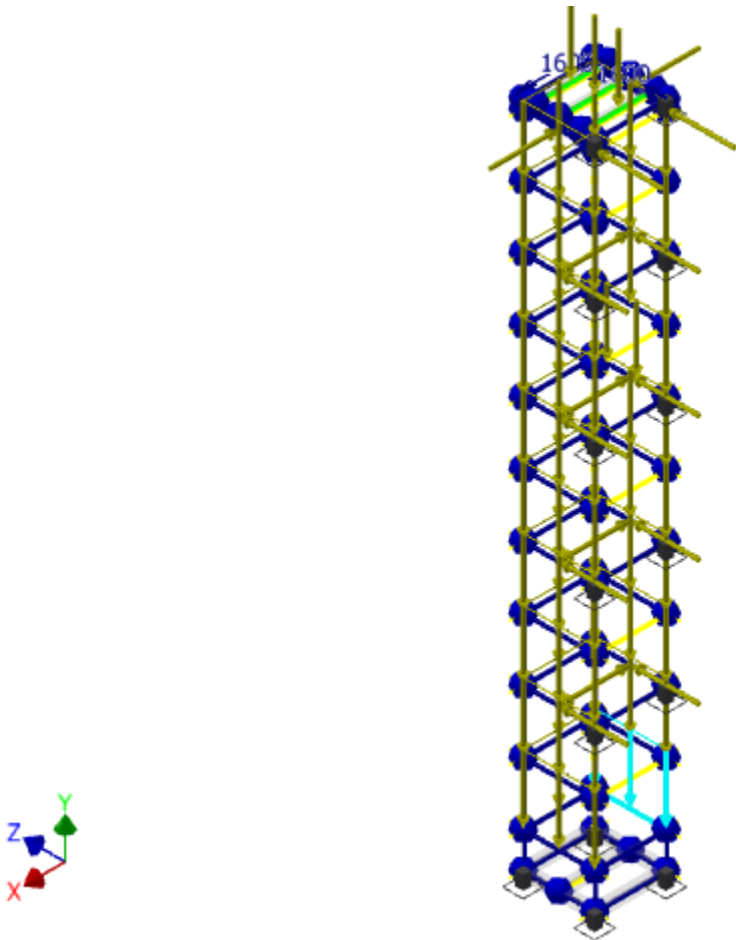


Fig. 4-55 - Descripción gráfica de la carga continua 21

4.12.7.22. **CARGA CONTINUA: 22**

Tabla 4.69 – Carga continua 22

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

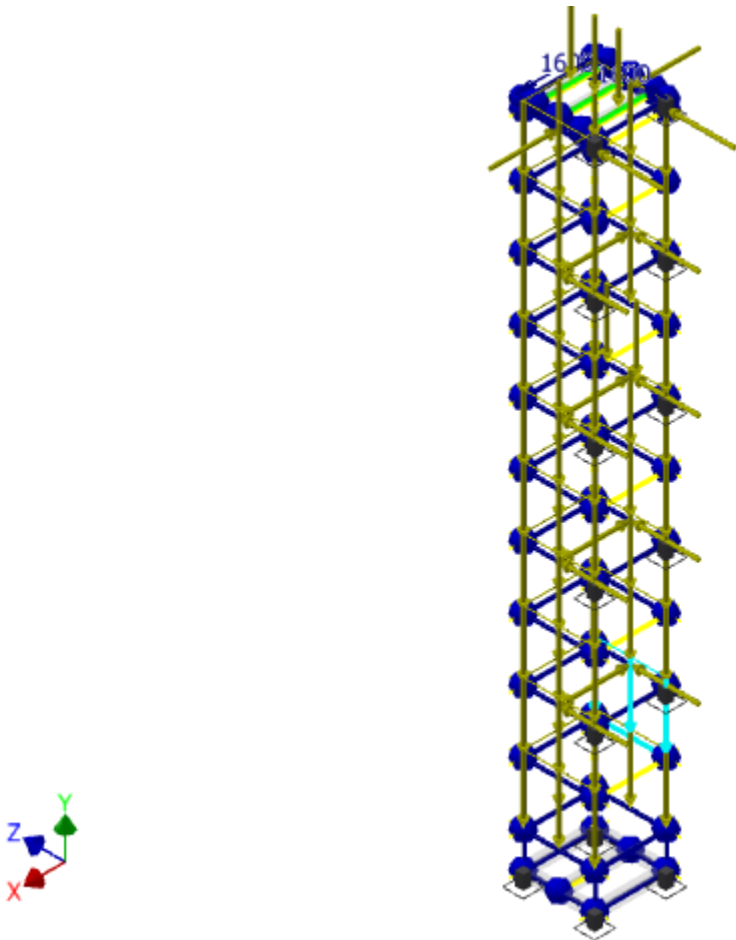


Fig. 4-56 - Descripción gráfica de la carga continua 22

4.12.7.23. **CARGA CONTINUA: 23**

Tabla 4.70 – Carga continua 23

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

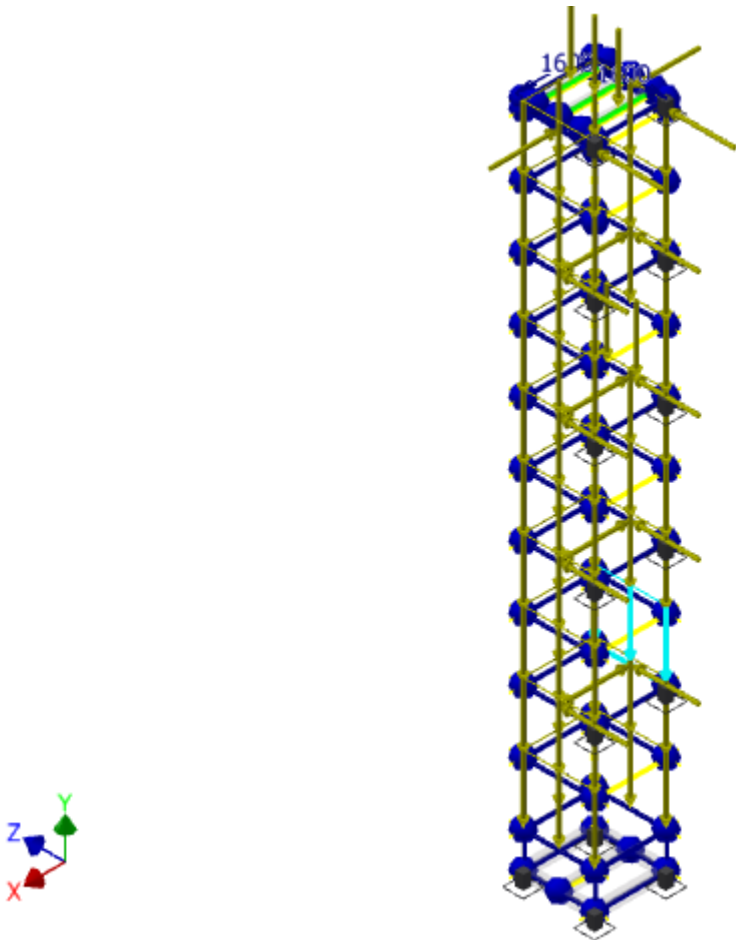


Fig. 4-57 - Descripción gráfica de la carga continua 23

4.12.7.24. **CARGA CONTINUA: 24**

Tabla 4.71 – Carga continua 24

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

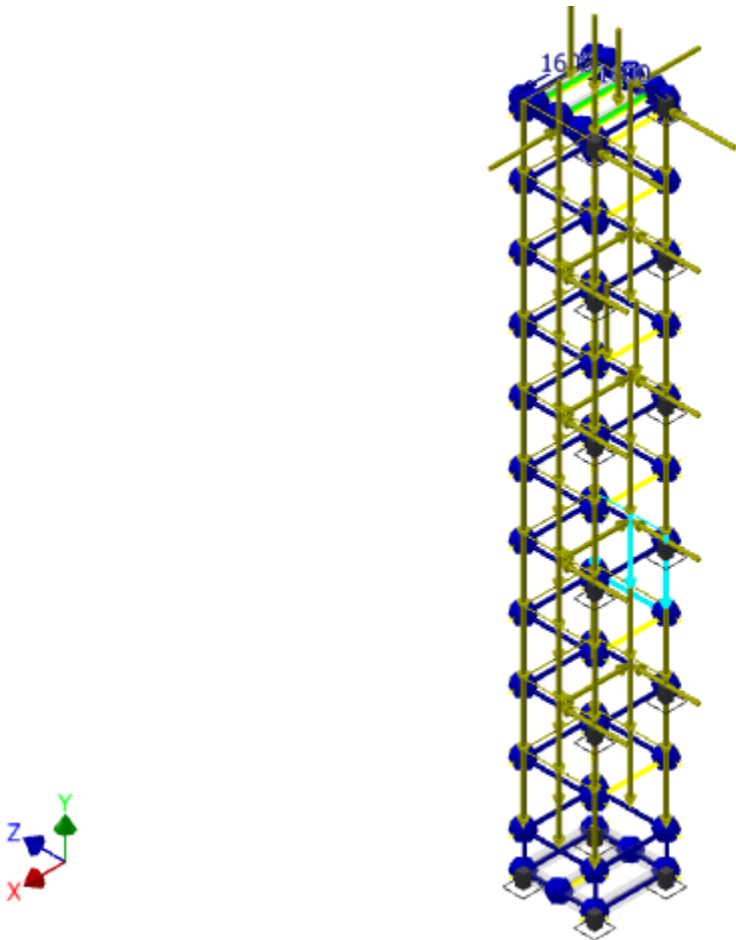


Fig. 4-58 - Descripción gráfica de la carga continua 24

4.12.7.25. **CARGA CONTINUA: 25**

Tabla 4.72 – Carga continua 25

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

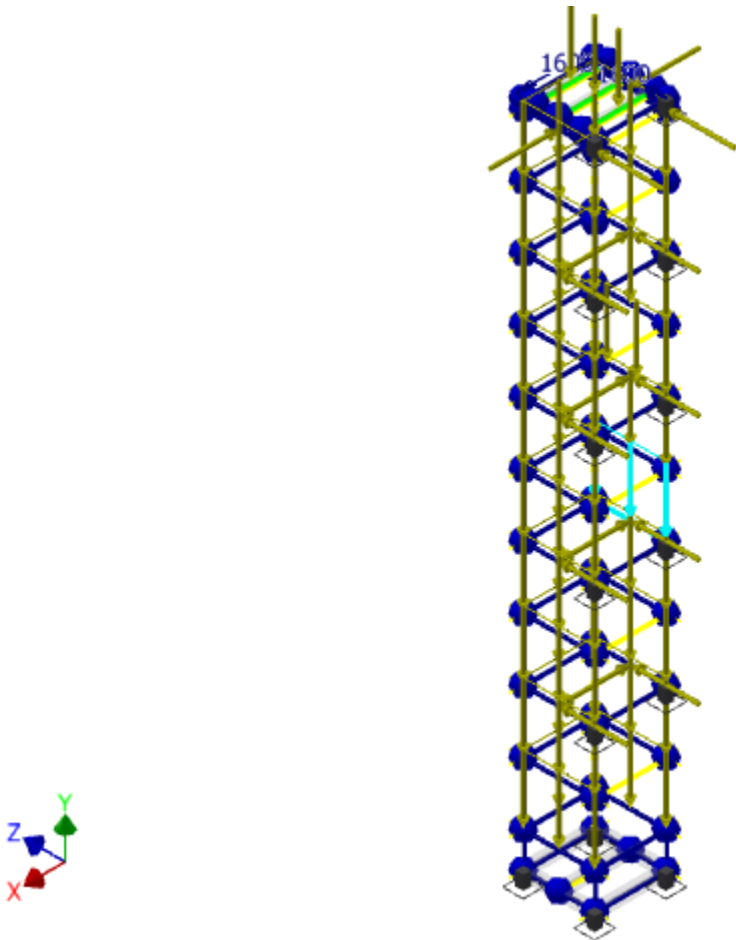


Fig. 4-59 - Descripción gráfica de la carga continua 25

4.12.7.26. **CARGA CONTINUA: 26**

Tabla 4.73 – Carga continua 26

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

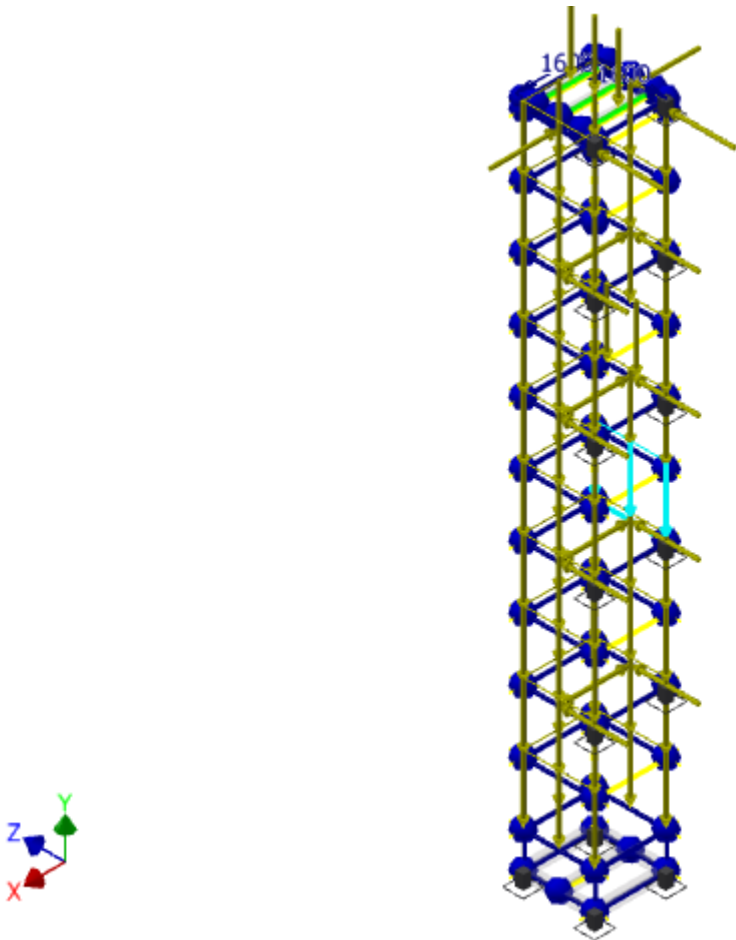


Fig. 4-60 - Descripción gráfica de la carga continua 26

4.12.7.27. **CARGA CONTINUA: 27**

Tabla 4.74 – Carga continua 27

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

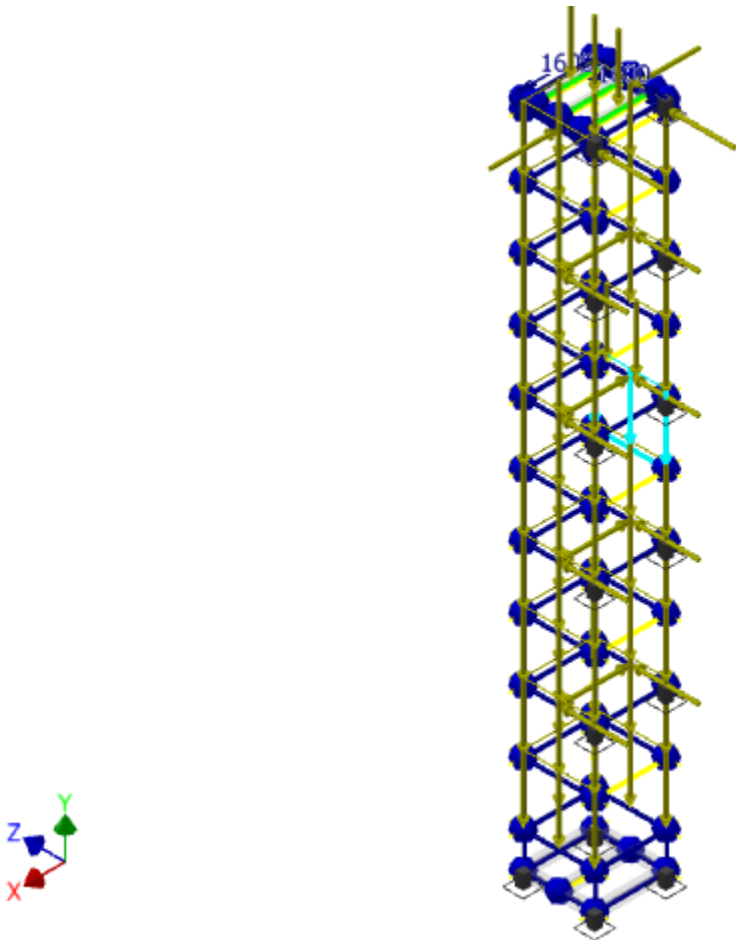


Fig. 4-61 - Descripción gráfica de la carga continua 27

4.12.7.28. **CARGA CONTINUA: 28**

Tabla 4.75 – Carga continua 28

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1330,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

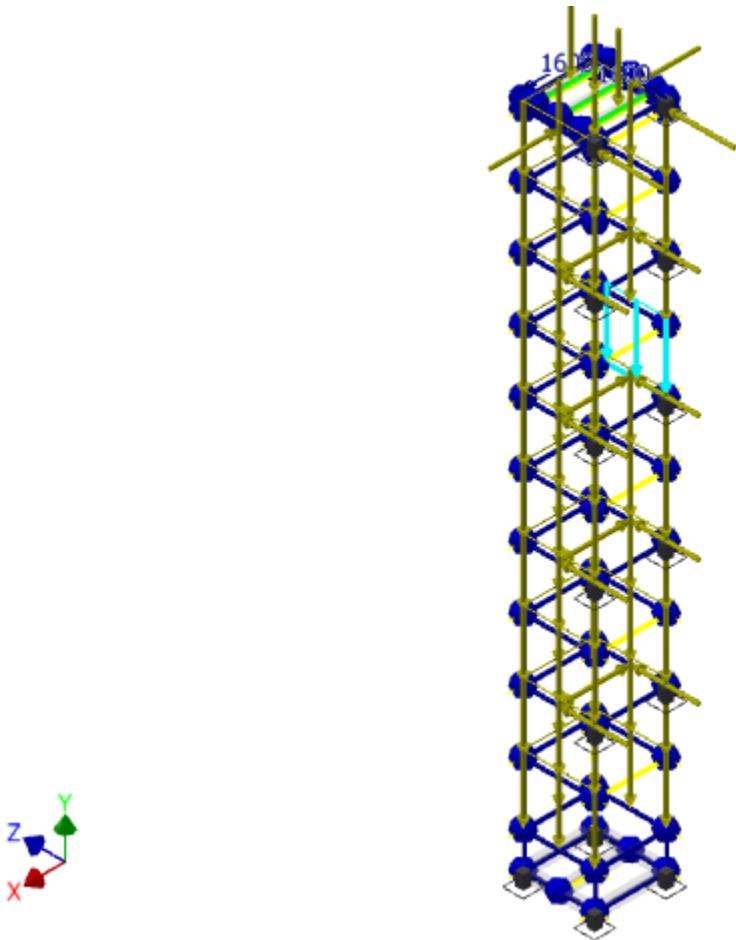


Fig. 4-62 - Descripción gráfica de la carga continua 28

4.12.7.29. **CARGA CONTINUA: 29**

Tabla 4.76 – Carga continua 29

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

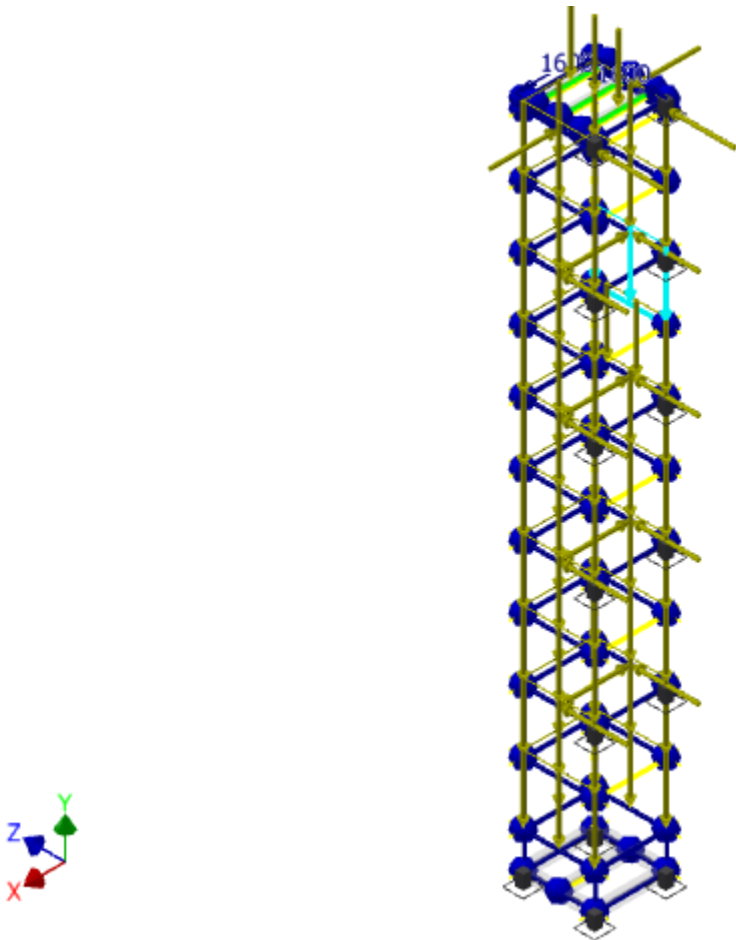


Fig. 4-63 - Descripción gráfica de la carga continua 29

4.12.7.30. **CARGA CONTINUA: 30**

Tabla 4.77 – Carga continua 30

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

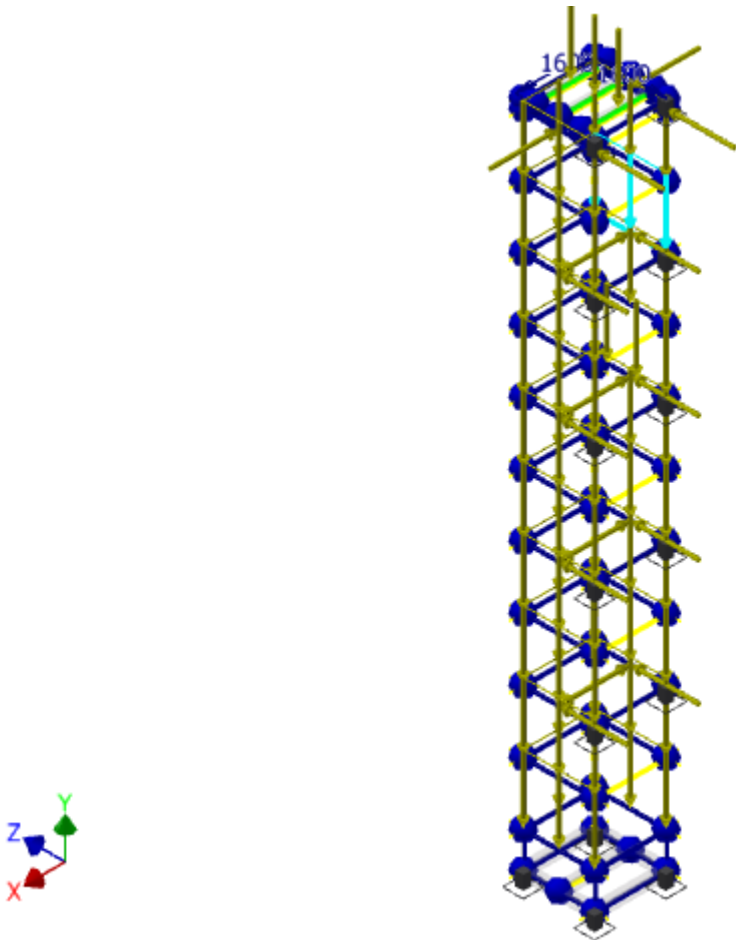


Fig. 4-64 - Descripción gráfica de la carga continua 30

4.12.7.31. **CARGA CONTINUA: 31**

Tabla 4.78 – Carga continua 31

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	0,354 N/mm
Sistema de coordenadas de vigas	No
Ángulo de plano	270,00 gr
Ángulo en plano	90,00 gr
Qx	-0,000 N/mm
Qy	-0,354 N/mm
Qz	0,000 N/mm
Desfase	0,000 mm
Longitud	1600,000 mm
Magnitud final	0,354 N/mm

Referencia o referencias seleccionadas

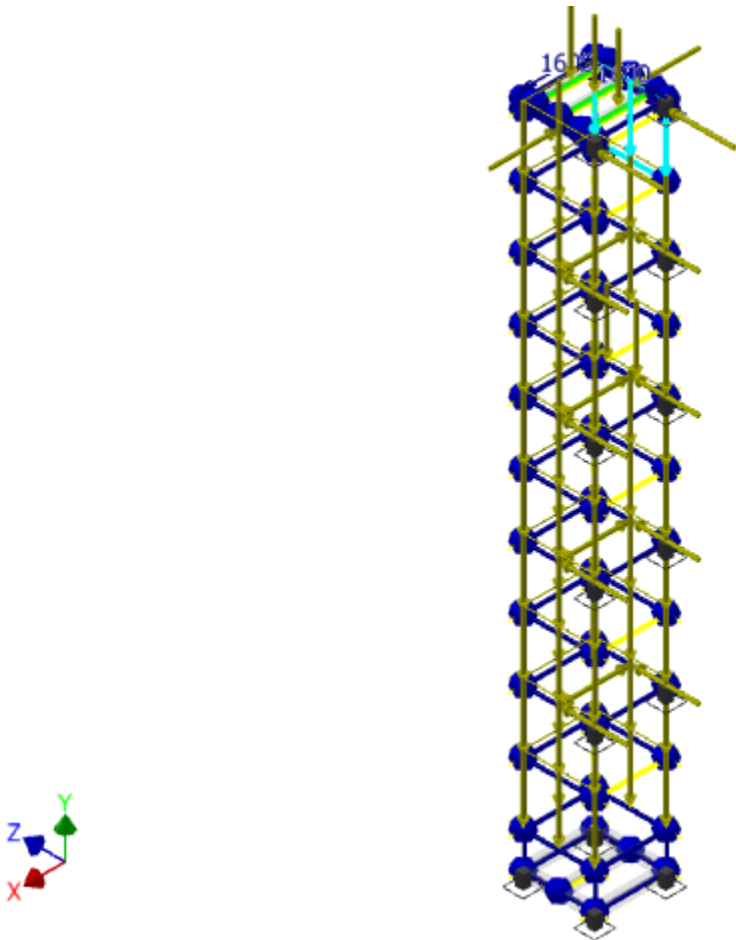


Fig. 4-65 - Descripción gráfica de la carga continua 31

4.12.8. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

4.12.8.1. RESUMEN DE RESULTADOS ESTÁTICOS

Los resultados resumidos en la Tabla 4.79, son los resultados de las simulaciones mediante ANSYS a nuestra estructura.

Simulaciones que podremos apreciar en las Figuras 4-66 a 4-80.

Tabla 4.79 – Resumen resultados estáticos

Nombre		Mínimo	Máximo
Desplazamiento		0,000 mm	1,248 mm
Fuerzas	Fx	-6721,246 N	6899,153 N
	Fy	-13233,202 N	13265,132 N
	Fz	-5737,970 N	17551,202 N
Momentos	Mx	-4341377,520 N mm	5627565,239 N mm
	My	-1881806,789 N mm	1349579,117 N mm
	Mz	-1181293,151 N mm	1180186,520 N mm
Tensiones normales	Smax	-7,671 MPa	85,843 MPa
	Smax(Mx)	-90,480 MPa	0,267 MPa
	Smax(My)	0,000 MPa	67,254 MPa
	Saxial	-67,254 MPa	-0,000 MPa
Tensión de corte	Tx	-0,000 MPa	29,152 MPa
	Ty	-29,152 MPa	0,000 MPa
Tensión de torsión	T	-7,769 MPa	2,540 MPa
Tension de Von Mises		0 MPa	-6,625 MPa

4.12.8.2. DESPLAZAMIENTO

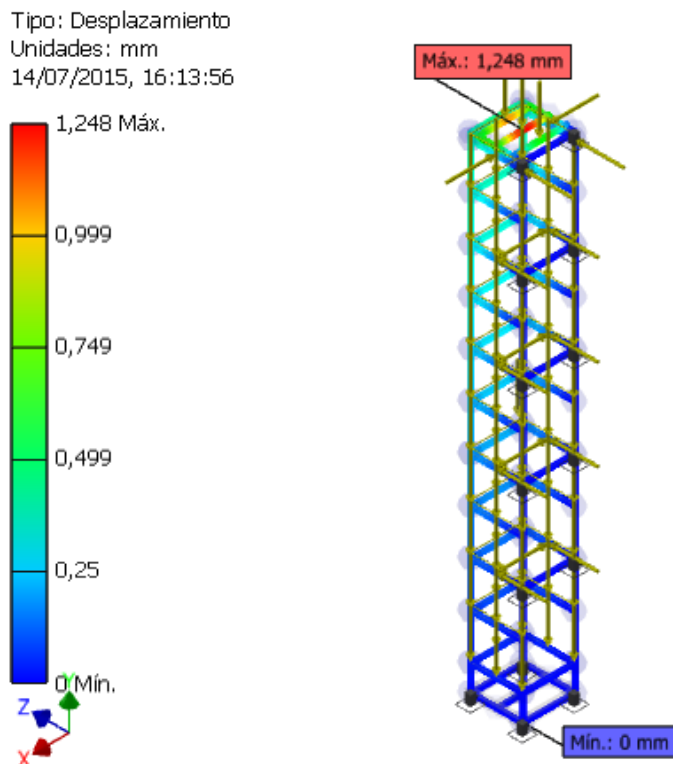


Fig. 4-66 – Análisis gráfico del desplazamiento

La Fig. 4-66 Indica el desplazamiento máximo o flechas que generan las fuerzas en la estructura, la estructura indica un color **azul oscuro como predominante**, al comprarse con la **escala de colores situada a la izquierda** se determinan los valores del análisis efectuado, es decir; la estructura tiene en general unas flechas inferiores a **0,25 mm**, sufriendo en las riostras opuestas flechas cercanas a los **0,499 mm**, tan sólo sufriendo una **flecha máxima de 1,248 mm** en una de las vigas de montaje tal y como se muestra en el indicador de la izquierda.

Con lo que no sólo tenemos un resultado correcto sino que además cumplimos con el código técnico de la Edificación que pide una flecha máxima de 2 mm en este tipo de estructuras.

Fuerzas aplicadas en el eje X

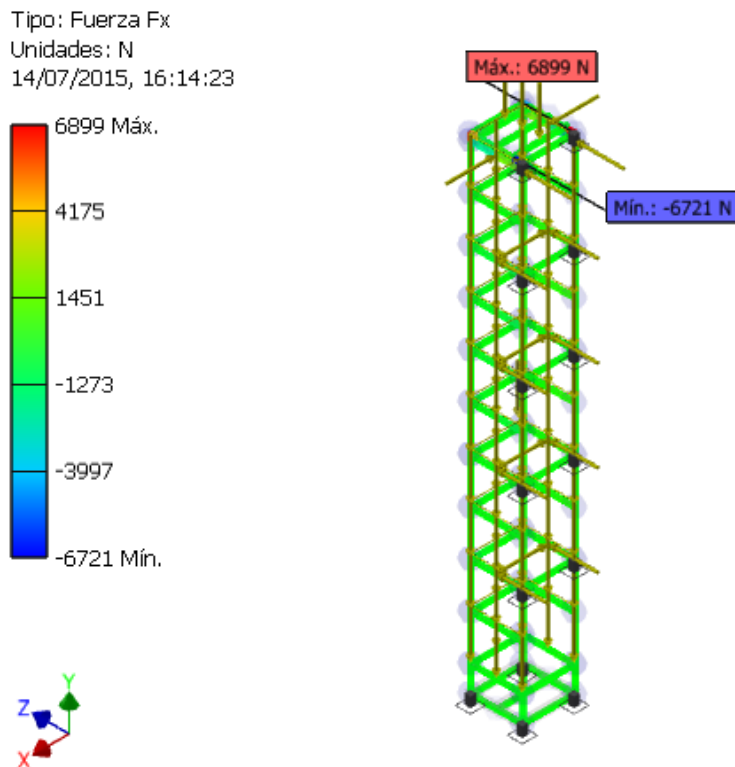


Fig. 4-67 – Análisis gráfico las fuerzas aplicadas en el eje X

La Fig. 4-67, indica las fuerzas ejercidas en el eje “X” aplicada en la estructura, se aprecia el color **verde** como predominante, que al comprarse con la escala de colores que se encuentra a la **izquierda** nos muestra un valor aproximado de **1.451 N** soportando un máximo de **6899 N** tal y como se muestra en la escala de colores ubicada a la izquierda de la estructura.

Fuerzas aplicadas en el eje Y

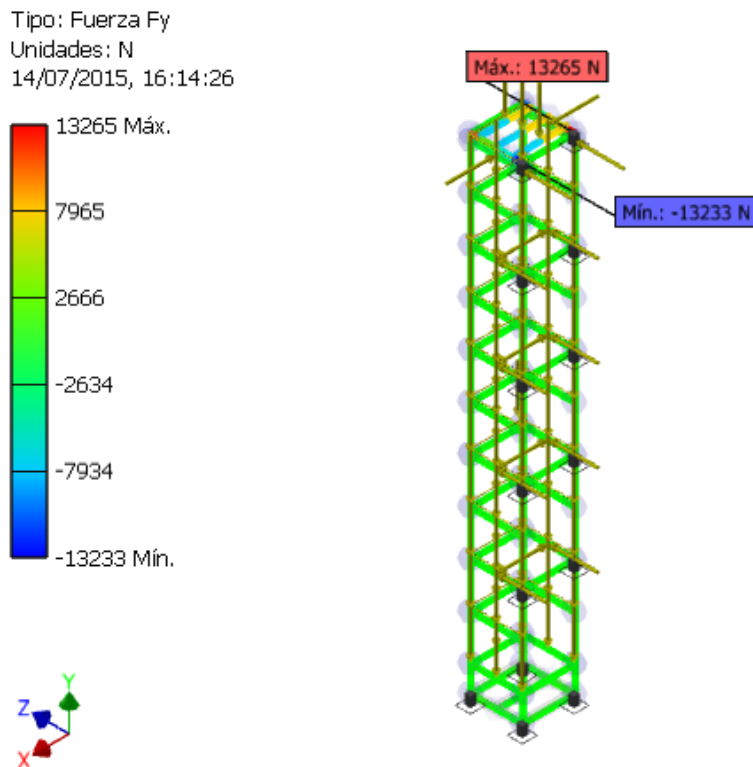


Fig. 4-68 – Análisis gráfico las fuerzas aplicadas en el eje Y

La Fig. 4-68, indica las fuerzas ejercidas en el eje “Y” aplicada en la estructura, si bien se aprecia el color **verde** como predominante, que al compararse con la escala de colores que se encuentra a la **izquierda** nos muestra un valor aproximado de **2666 N**, soportando un máximo de **13.265 N** tal y como se muestra en la escala de colores ubicada a la izquierda de la estructura.

Fuerzas aplicadas en el eje Z

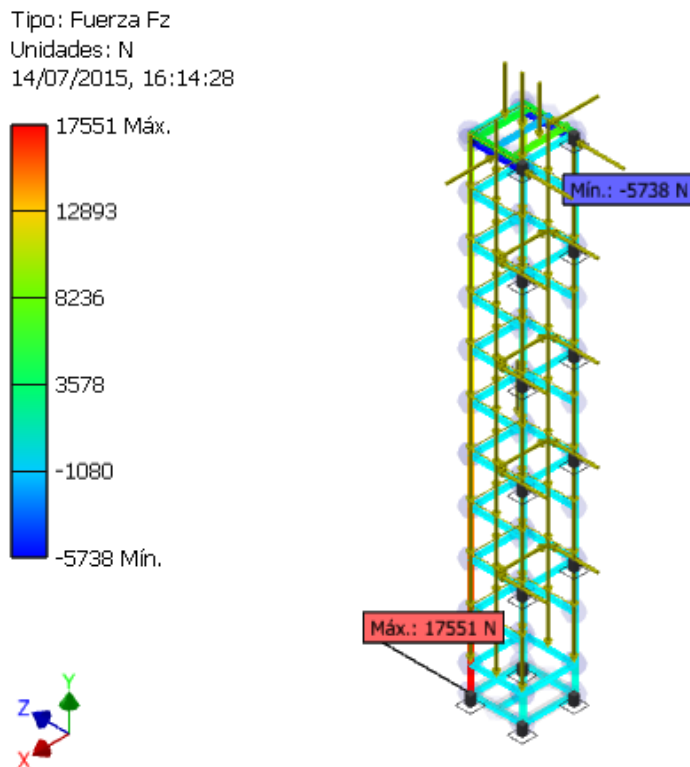


Fig. 4-69 – Análisis gráfico las fuerzas aplicadas en el eje Z

La Fig. 4-69, indicada de las fuerzas ejercidas en el eje “Z” aplicada en la estructura, si bien se aprecia el color **azul claro como predominante**, que al comprarse con la escala de colores que se encuentra a la **izquierda** nos muestra un valor de pocos miles de newtons o **próximo a cero** soportando un máximo de **+17.551 N y – 5.738 N** tal y como se muestra en la escala de colores ubicada a la izquierda de la estructura.

4.12.8.3. MOMENTO EFECTUADO EN EL EJE X

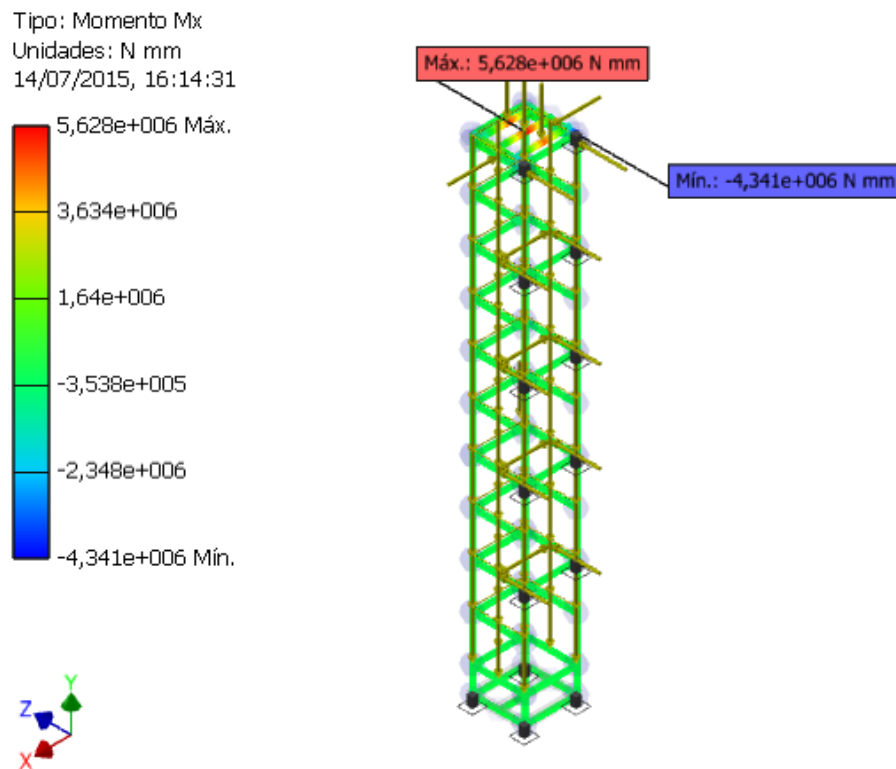


Fig. 4-70 – Análisis gráfico del momento en el eje X

La Fig. 4-70, indica el momento ejercido en el eje “X” aplicado en la estructura, si bien se aprecia el color **verde claro como predominante**, que al compararse con la escala de colores que se encuentra a la **izquierda** nos muestra un valor no superior a **$1,64 \cdot 10^6$ N-mm** soportando un máximo de **$5,628 \cdot 10^6$ N-mm** tal y como se muestra en la escala de colores ubicada a la izquierda de la estructura.

4.12.8.4. MOMENTO EFECTUADO EN EL EJE Y

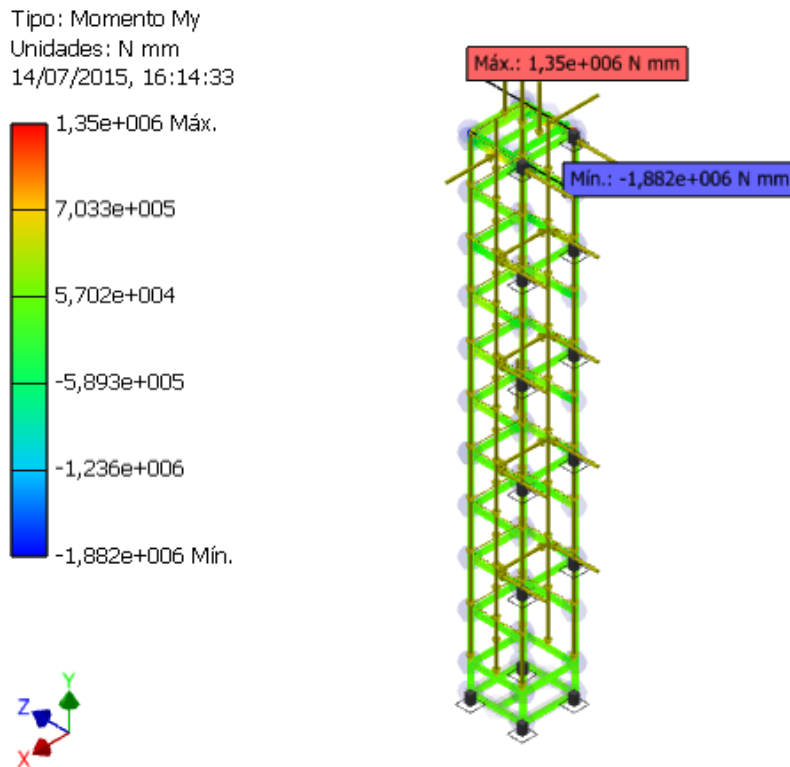


Fig. 4-71 – Análisis gráfico del momento en el eje Y

La Fig. 4-71, indica el momento ejercido en el eje “Y” aplicado en la estructura, si bien se aprecia el color **verde amarillento como predominante**, que al comprarse con la escala de colores que se encuentra a la **izquierda** nos muestra un valor superior a $5,702 \cdot 10^4 \text{ N}\cdot\text{mm}$ soportando un máximo en módulo de $-1.882 \cdot 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}$ tal y como se muestra en la escala de colores ubicada a la izquierda de la estructura.

4.12.8.5. MOMENTO EFECTUADO EN EL EJE Z

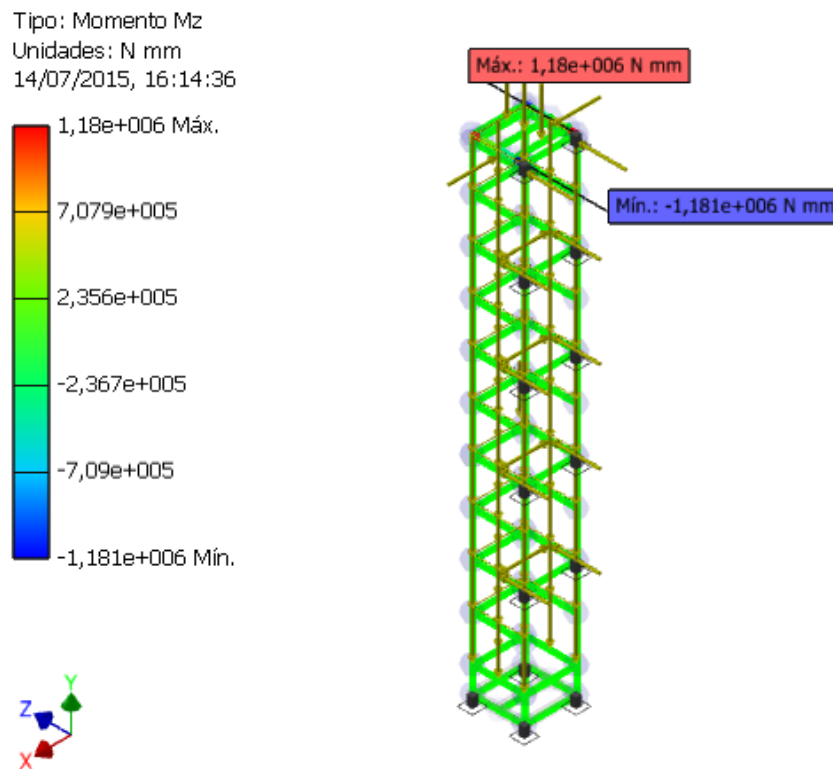


Fig. 4-72 – Análisis gráfico del momento en el eje Z

La Fig. 4-72, indica el momento ejercido en el eje “Z” aplicado en la estructura, si bien se aprecia el color **verde como predominante**, que al comprarse con la escala de colores que se encuentra a la **izquierda** nos muestra un valor medio próximo a **0 N·mm** soportando **un** máximo en módulo de **$1,95 \cdot 10^6$ N·mm** tal y como se muestra en la escala de colores ubicada a la izquierda de la estructura.

4.12.8.6. TENSIÓN NORMAL MAXIMA

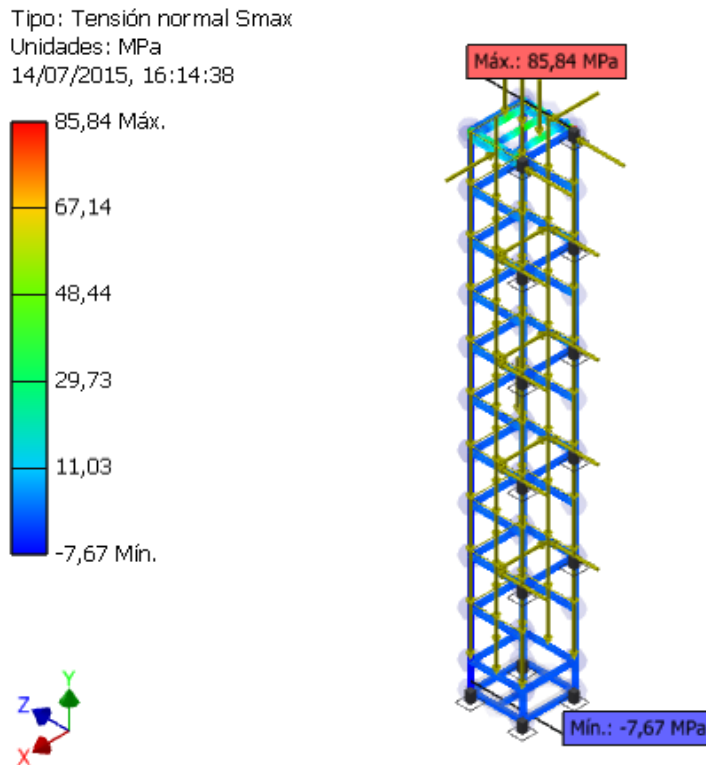


Fig. 4-73 – Análisis gráfico de la tensión normal máxima

La Fig. 4-73, indica la tensión normal máxima aplicada sobre la estructura, si bien se aprecia el color **azul oscuro como predominante**, que al compararse con la escala de colores que se encuentra a la **izquierda** nos muestra un valor entre **+11 Mpa y -7,67 MPa** soportando un máximo de **85,84 MPa** en las vigas para montaje tal y como se muestra en la escala de colores ubicada a la izquierda de la estructura.

4.12.8.7. TENSIÓN DE PLEGADO EN EL EJE X

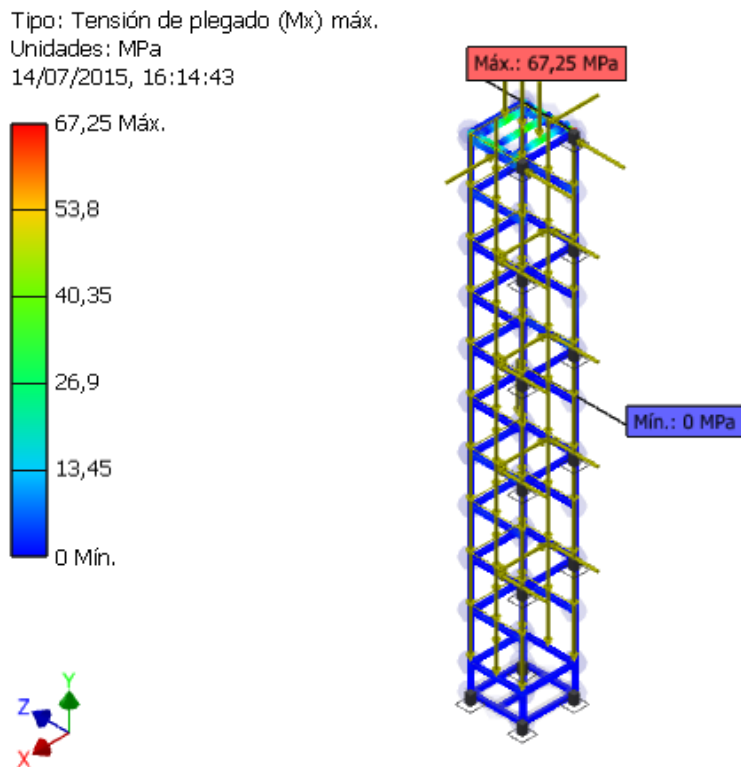


Fig. 4-74 – Análisis gráfico de la tensión de plegado en el eje X

La Fig. 4-74, indica la tensión de plegado máxima aplicada sobre la estructura en el eje “X”, si bien se aprecia el color **azul oscuro como predominante**, que al compararse con la escala de colores que se encuentra a la **izquierda** nos muestra un valor inferior a **13,45 MPa y cercano a 0 MPa** soportando un máximo de **67,25 MPa** tal y como se muestra en la escala de colores ubicada a la izquierda de la estructura.

4.12.8.8. TENSIÓN DE PLEGADO EN EL EJE Y

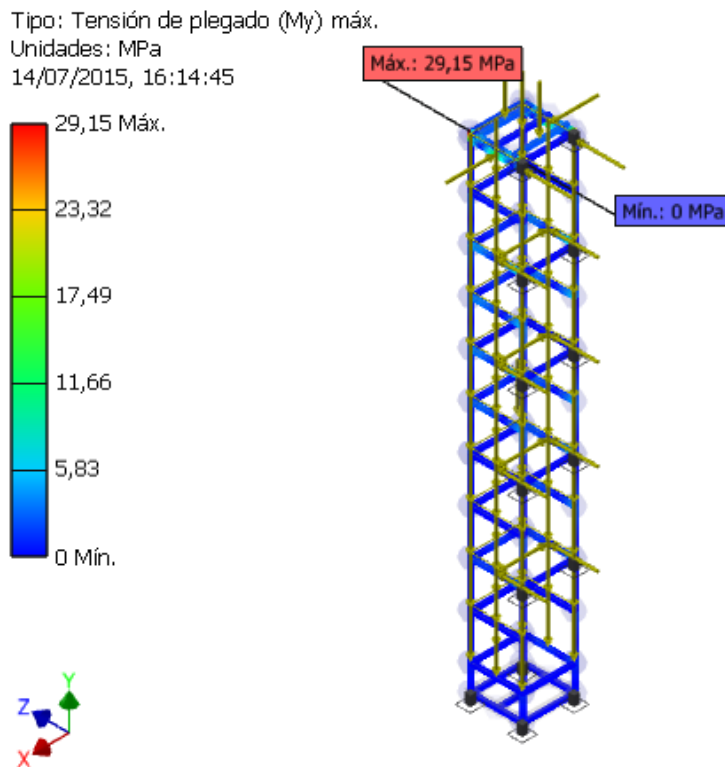


Fig. 4-75 – Análisis gráfico de la tensión de plegado en el eje Y

La Fig. 4-75, indica la tensión de plegado máxima aplicada sobre la estructura en el eje “Y”, si bien se aprecia el color **azul oscuro como predominante**, que al comprarse con la escala de colores que se encuentra a la **izquierda** nos muestra un valor de cercano a **0 MPa** soportando un máximo de **29,15 MPa** tal y como se muestra en la escala de colores ubicada a la izquierda de la estructura.

4.12.8.9. ESFUERZO AXIAL

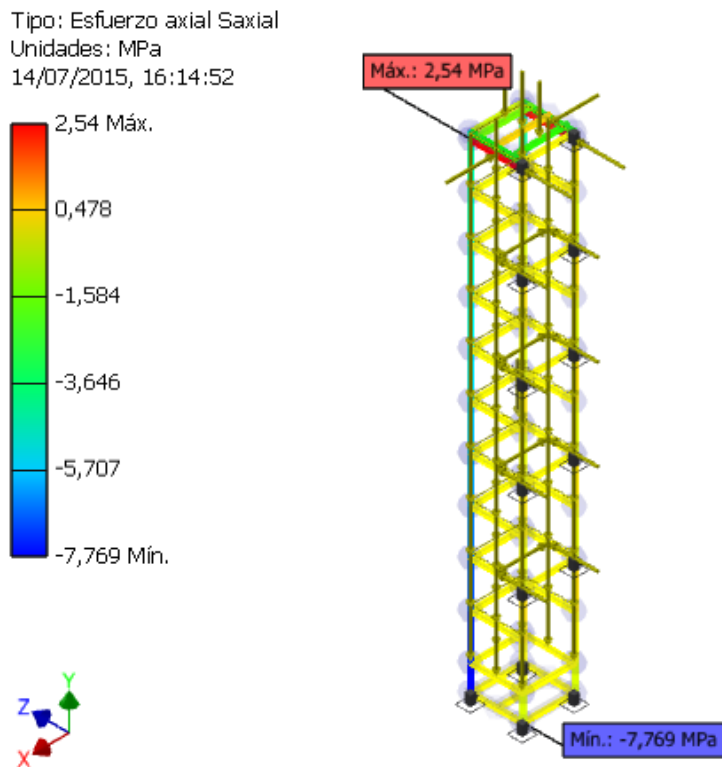


Fig. 4-76 – Análisis gráfico esfuerzo axial

La Fig. 4-76, indica el esfuerzo axial aplicado sobre la estructura, si bien se aprecia el color **amarillo como predominante**, que al comprarse con la escala de colores que se encuentra a la **izquierda** nos muestra un valor **0,478 MPa** y con un **máximo en módulo de -7,769 MPa** como se muestra en la escala de colores ubicada a la izquierda de la estructura.

4.12.8.10. TENSIÓN DE CORTE EN EL EJE X

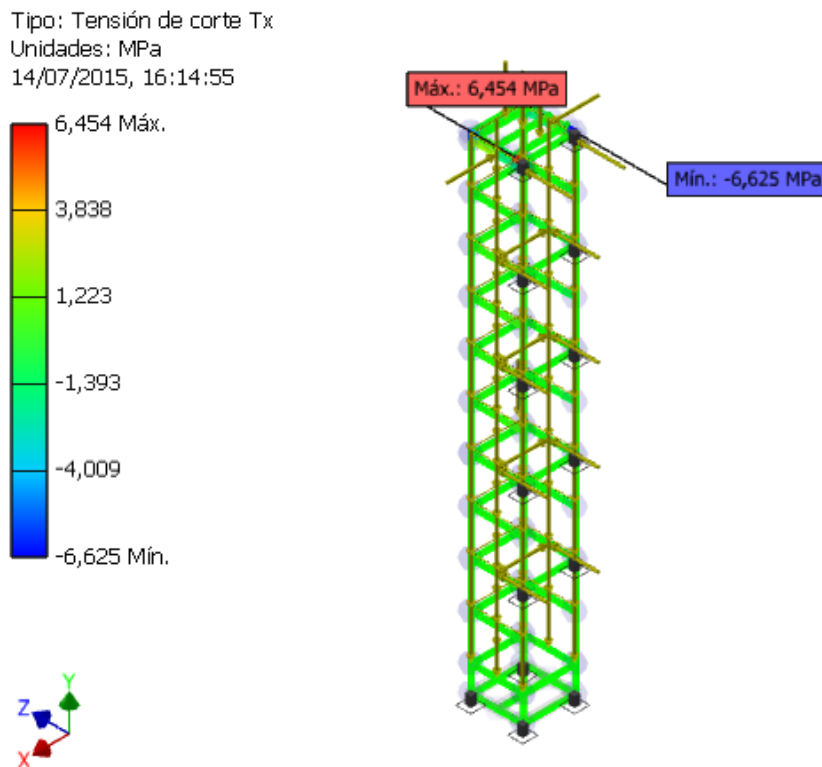


Fig. 4-77 – Análisis gráfico de la tensión de corte en el eje X

La Fig. 4-77, indica la tensión de corte ejercida en el eje “X” aplicada sobre la estructura, si bien se aprecia el color **verde como predominante**, que al compararse con la escala de colores que se encuentra a la **izquierda** nos muestra un valor medio próximo a **0 MPa** soportando un máximo de **6,454 MPa** tal y como se muestra en la escala de colores ubicada a la izquierda de la estructura.

4.12.8.11. TENSION DE CORTE EN EL EJE Y

Tipo: Tensión de corte Ty
Unidades: MPa
14/07/2015, 16:14:57

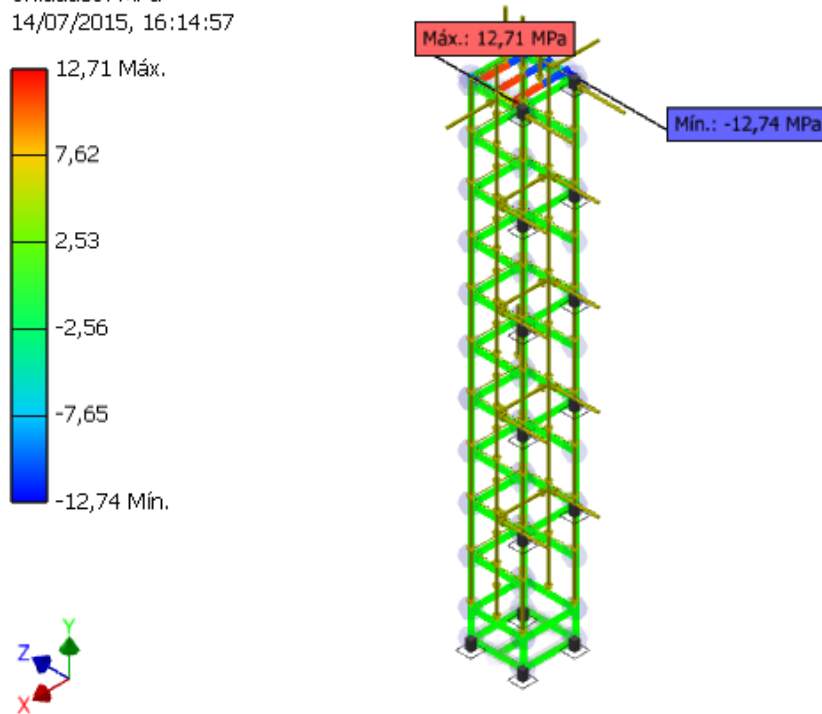


Fig. 4-78 – Análisis gráfico de la tensión de corte en el eje Y

La Fig. 4-78, indica la tensión de corte ejercida en el eje “Y” aplicada sobre la estructura, si bien se aprecia el color **verde como predominante**, que al compararse con la escala de colores que se encuentra a la **izquierda** nos muestra un valor cercano a **0 MPa** soportando un máximo en módulo de **12,74 MPa** tal y como se muestra en la escala de colores ubicada a la izquierda de la estructura.

4.12.8.12. TENSIÓN DE TORSIÓN

Tipo: Tensión de torsión T
Unidades: MPa
14/07/2015, 16:14:59

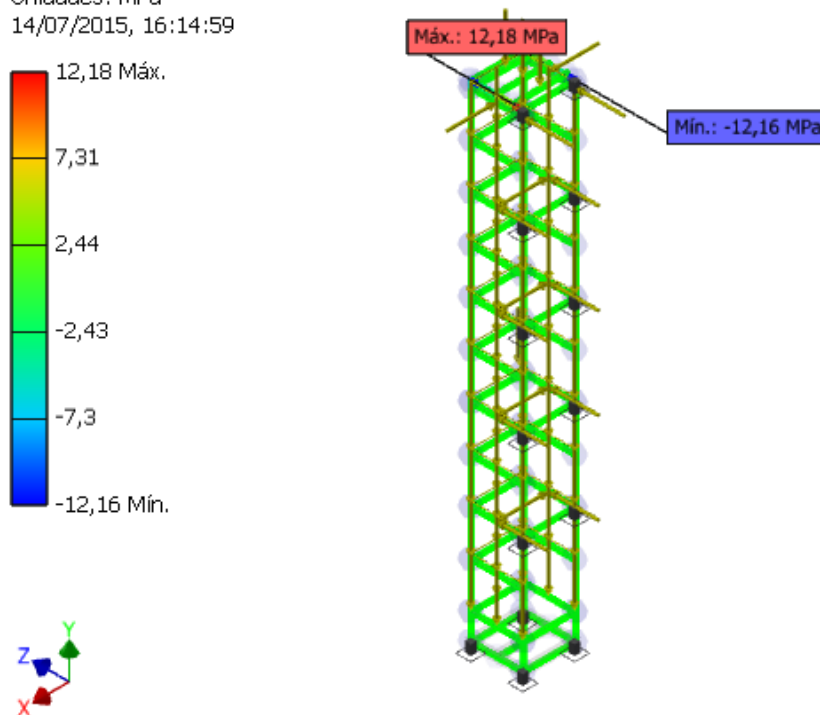


Fig. 4-79 – Análisis gráfico de la tensión torsión

La Fig. 4-79, indica la tensión de torsión aplicada sobre la estructura, si bien se aprecia el color **verde como predominante**, que al comprarse con la escala de colores que se encuentra a la **izquierda** nos muestra un valor aceptable de **cercano a 0 MPa** soportando los máximos de **+12,18 MPa y -12,16 MPa** tal y como se muestra en la escala de colores ubicada a la izquierda de la estructura.

4.12.8.13. TENSION DE VON MISES

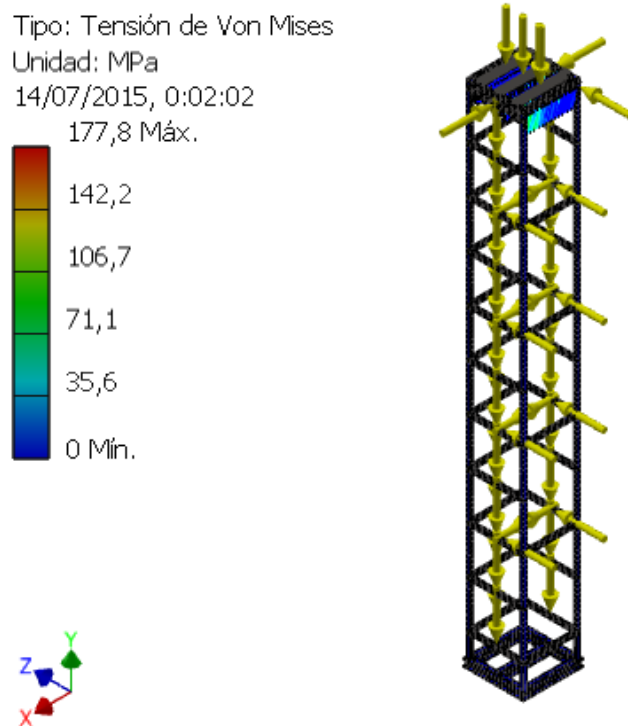


Fig. 4-80 – Análisis gráfico de la tensión de Von Mises

La Fig. 4-80, indica la tensión de Von Mises aplicada sobre la estructura, si bien se aprecia el color **azul**, que al comprarse con la escala de colores que se encuentra a la **izquierda** nos muestra un valor muy cercano a **0 MPa** soportando un máximo de **177,8 MPa** tal y como se muestra en la escala de colores ubicada a la izquierda de la estructura.

Conclusiones

- Tras varias evaluaciones efectuadas de diferentes posibles materiales, que cumplieran con la premisa más importante (el coste de la estructura), se pudo determinar el material preciso, obteniendo una buena relación coste-beneficio cuyos elementos vienen descritos en la Tabla 4.80 – Total de elementos

Tabla 4.80 – Total de elementos

Descripción del material	Cantidad
Nodos totales	202
Vigas totales	98
- Vigas en IPB 120	3
- Vigas en IPB 200	5
- Tubos cuadrados 100x100x6,3	90

5. NECESIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

Queremos llevar a cabo una instalación de ascensor “llave en mano” para una Comunidad de Propietarios cuya finca consta de 4 alturas, o planta baja más 4. El ascensor tendrá por tanto 5 paradas.

Para poder instalar el ascensor tendremos que hacer lo siguiente:

Foso del ascensor, que consta de:

- **Losa de cimentación**, es la parte más importante del foso, esto es porque el foso del ascensor tendrá que soportar las reacciones del ascensor así como las cargas de los pilares que conforman la estructura.
- **Cerramiento del foso** que suele ser de ladrillo enfoscado con arena de río dependiendo del nivel freático del suelo y de si es una zona ajardinada o susceptible de riego el foso necesitará ser impermeabilizado.
- **Placas de anclaje** para poder anclar los pilares a la Losa de cimentación.

Apertura de huecos (x5) para las puertas de desembarco en todas las plantas a las que da servicio el ascensor

Remates de obra (x5) solado similar al existente y remates en yeso en todas las zonas afectadas por la apertura de huecos.

Estructura y cerramiento, que consta de:

- **4 pilares de tubo estructural** soldado, que partirá de las placas de anclaje, La estructura estará fijada mediante los pilares a los forjados del edificio mediante taco químico para evitar el pandeo de la misma.
- **riostras horizontales** de atado entre los pilares y que servirán para apoyar el cerramiento de nuestro hueco de ascensor, que en este caso será de cristal de seguridad Stadip 3+3.
- **Puntos de apoyo para la bancada de la máquina** se trata de un par de vigas UPN o cuadradillos que nos permitan fijar las bancadas de máquina y contrapeso así como soportar las cargas horizontales que las bancadas producen.
- **Vigas cruzadas para montaje** del ascensor en la parte superior de la estructura y que deben soportar cada una carga de 1.500 kg con el fin de poder hacer el montaje del ascensor así como servir de línea de vida para los operarios dentro del hueco
- **Cerramiento de la estructura** en este caso en cristal Stadip 3+3 translúcido con el fin de no ver la maquinaria del ascensor ni la suciedad que con el tiempo se generaría. El cristal Stadip 3+3 es cristal laminado o de seguridad que consta de dos cristales de 3 mm unidos por una lámina de butirol que los mantiene unidos de tal manera que si se rompiese, se astillaría todo el cristal pero se mantendría unido,

como los cristales de los automóviles, con el fin de no causar daños a las personas en caso de rotura.

Trabajos de electricidad, que consisten en:

- Un **contador trifásico** para alimentar el ascensor a 380 V. Para esto, podemos emplear el contador de las zonas comunes de la finca ampliando la potencia del mismo. O poner un contador nuevo para el ascensor, el inconveniente de ésta última opción es que la Comunidad de propietarios pagará la parte fija del contador de las zonas comunes y la parte fija del contador del ascensor además del consumo de cada uno.
- Un **Cuadro de protecciones** para la correcta independización de fuerza y alumbrado del ascensor así como las protecciones de fuerza y de alumbrado.
- El **Boletín eléctrico**, es necesario para la solicitud del contador nuevo o de la ampliación de potencia del contador de zonas comunes, para poder alimentar adecuadamente al ascensor. El boletín tiene que estar presentado y firmado por un instalador autorizado y presentado en Industria para su validación. Industria podrá exigir más trabajos que los especificados en función del estado actual de los contadores de la finca así como de sus conexiones con la red general, la C.G.P., que es la Caja General de Protecciones y que conecta el cuarto de contadores con la L.G.A o Línea General de Acometida que conecta la red general con la finca a través de la C.G.P.
- En caso de que la conexión de la red de suministro eléctrico de nuestra finca no tuviese línea a 380 V sería necesario instalar un autotransformador.

Proyecto de arquitectura:

- Este tipo de actuaciones sobre edificios construidos necesita de un proyecto visado de arquitectura.
- También será necesario visar una carta en el caso de que no sea viable hacer el foso o el sobrerrecorrido que cumple con normativa de ascensores justificando los motivos, que pueden ser:
 - **Estéticos** condicionados por Patrimonio Histórico.
 - **Técnicos** imposibilidad de excavar por haber una zapata de cimentación del edificio, o imposibilidad de subir más con el hueco del ascensor por encontrarse una vivienda) o
 - **Económicos** si para subir con la torre tenemos que tocar el alero que sobresale de fachada, y esto implica rehacer el tejado, podemos hablar de un incremento del presupuesto de un 40%-50%
- La obra necesitará una **Dirección Facultativa** que vele por la correcta ejecución de la obra y se haga cargo de las rectificaciones necesarias sobre el proyecto que pudieran surgir a lo largo de la obra.

PRESUPUESTO

ASCENSOR ELÉCTRICO GEARLESS (15.890,00 €)

FICHA TÉCNICA

MODELO	Gearless
CANTIDAD	1
CARGA	6 personas / 450 Kg
VELOCIDAD	1 m/s
PARADAS	5
ACCESOS	5 Frontales
RECORRIDO	12 m
HUECO	1.500 x 1.550 mm
FOSO	1.000 mm
R.L.S. (SOBRERECORRIDO)	3.450 mm
TIPO CABINA	Boreal
TIPO DE DECORACIÓN DE CABINA	Melamina – Cerezo
DIMENSIONES DE CABINA	1.000 x 1.250 x 2.220 mm
DIMENSIONES PUERTAS DE CABINA	800 x 2.000 mm
DIMENSIONES PUERTAS DE PASILLO	800 x 2.000 mm
PANEL ANTERIOR	Acero inoxidable
TECHO / ILUMINACIÓN DE CABINA	Falsotecho – LED
SUELO DE CABINA	Vinilo
PASAMANOS EN CABINA	Uno cromado
ESPEJO EN CABINA Espejo	Medio Espejo al fondo
ACABADO PUERTA CABINA	Acero Inoxidable
SEÑALIZACIÓN CABINA	Botonera y registro llamada
COMPONENTES SEÑALIZACIÓN CABINA	Indicador de posición programable y sobrecarga
COMPONENTES SEÑALIZACIÓN PISO	Luz de registro de llamada
TIPO DE APERTURA	Apertura lateral automática de 2 hojas
ACABADO PUERTA PISO	Pintadas en pintura martelé
CUARTO DE MÁQUINAS	Ascensor sin cuarto de máquinas
TRACCIÓN	Eléctrico Frecuencia Variable
PARACAIDAS EN CPSO.	No
MAQUINARIA	Máquina Sin Reductor
MANIOBRA	Selectiva en Bajada
USO	Pasajeros
FRECUENCIA	50 Hz
TENSIÓN DE FUERZA	400 v
RED ELÉCTRICA FUERZA	Trifásica
TENSIÓN DE ALUMBRADO	220 v
RED ELÉCTRICA ALUMBRADO	Monofásica
DISPOSITIVOS DE RESCATE	EAR compacto básico
SERVICIO DE BOMBEROS	No lleva

OBRA CIVIL

1. FOSO ASCENSOR (2.960,00 € + IVA)

- Excavación para la realización de la cimentación, con rotura de suelo existente de hormigón con martillo eléctrico, hasta una profundidad aproximada de 1,4 m. para buscar suelo firme para la losa de cimentación.
- Realización de losa de hormigón armado de 400 mm de espesor.
- Suministro y colocación de 4 placas de anclaje de 250 x 250 mm. en losa de hormigón, sobre las que irán soldados los 4 pilares de la estructura.
- Cerramiento de los laterales del foso mediante ladrillo de ½ pie sentado con mortero de cemento y arena de río hasta la altura del forjado del primer embarque.
- Retirada de escombros a vertedero.

2. ESTRUCTURA (9.756,00 € + IVA)

- Suministro y montaje de estructura autoportante realizada mediante 4 pilares de tubo estructural de 100x100x6,3 mm, arriostrada cada 1,5 m. con tubo estructural completando el atado de los pilares.
- Los pilares irán fijados a la pared mediante tacos sobre placas de anclaje fijadas a la pared y soldadas a los pilares.
- Suministro e colocación de cargaderos (8), para la colocación de las puertas de embarque.
- Suministro y colocación de rejilla de ventilación en torreta.
- Suministro y colocación de ganchos (4) en la parte superior del hueco.
- Montaje de la cubierta completa mediante bastidores de chapa.

3. ANDAMIO (2.120,00 € + IVA)

- - Montaje y desmontaje de andamio con acta de puesta en servicio.

4. CERRAMIENTO (6.865,00 € + IVA)

- Estructura cerrada verticalmente en todo su recorrido, mediante vidrio laminar translúcido de Stadip 3+3 mm. de espesor con butirol intermedio montado sobre bastidores de L de 30 mm. ajunquillados mediante cuadradillo de 12 mm., banda de apoyo, calzos de acuñado y sellado elástico.

5. PINTURA Y REMATES (970,00€ + IVA)

- Pintura de estructura metálica y todos los fabricados de cerrajería mediante una mano de minio electrolítico y dos manos de pintura esmalte especial doble capa primera calidad, en color a elegir por el cliente.

6. FRENTE DE FACHADA (2.480,00 € + IVA)

- Apertura de huecos de fachada para la colocación de 5 puertas de acceso, a cada planta con retirada de escombros a contenedor. Remates de guarniciones en yeso negro una vez colocadas las puertas.
- Suministro e instalación de paramentos interiores de chapa de puerta a puerta para dejar un paramento interior continuo.

7. ELECTRICIDAD (3.180,00 € + IVA)

- Derivación individual instalada desde el cuarto de contadores a cuarto de máquinas de ascensor realizada con tubo PVC de 29 mm. e hilos conductores de cobre protegidos de 4x6 mm² + toma de tierra.
- Instalación de un módulo de contadores según normativa de CIA con desconectador.
- Montaje de cuadro de protección ICP con instalación interna de:
 - 1 Interruptor general magnetotérmico de 4 x 32 A. / 1 Interruptor diferencial de 4 x 40 A.
 - 1 Interruptor diferencial de 2 x 25 A. / 1 Interruptor diferencial de 2 x 10 A.
 - 1 Interruptor magnetotérmico de 2 x 16 A.
- Instalación de un enchufe con toma de tierra lateral realizado con tubo PVC de 13 mm. hilos conductores de 2, 5 mm² y mecanismos Simón S / 31 o similares de superficie.
- Boletín eléctrico, dictamen de la Delegación de Industria y tramitación en la compañía eléctrica.

8. PROYECTOS Y LICENCIAS (2.950,00 € + IVA)

- Proyecto de Ejecución material.
- Dirección Facultativa de Obra.
- Solicitud y tramitación de la Licencia Municipal de Obra.

VALORACIÓN ECONÓMICA

DESCRIPCIÓN	UDS.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
ASCENSOR ELÉCTRICO GEARLESS 450 kg	1	15.890,00 €	15.890,00 €
FOSO ASCENSOR	1	2.960,00 €	2.960,00 €
ESTRUCTURA	1	9.756,00 €	9.756,00 €
ANDAMIO	1	2.120,00 €	2.120,00 €
CERRAMIENTO	1	6.865,00 €	6.865,00 €
PINTURA Y REMATES	1	970,00 €	970,00 €
FRENTE DE FACHADA	1	2.480,00 €	2.480,00 €
ELECTRICIDAD	1	3.180,00 €	3.180,00 €
PROYECTOS Y LICENCIAS	1	2.950,00 €	2.950,00 €

PRECIO TOTAL DE LA OFERTA	47.171,00 €
IVA (10%)	4.717,10 €
TOTAL	51.888,10 €

6. RESULTADOS OBTENIDOS

Hemos podido diseñar un ascensor que cumpla con las necesidades de nuestro caso particular, un ascensor conformado por algunos de los siguientes elementos esenciales: cabina, guías amortiguadores, cables y poleas de desvío, y motor.

CABINA

Tiene unas dimensiones de 1.000 x 1.250 mm. La carga nominal que está definida para esta superficie es de 450 kg y condicionará el cálculo del resto de componentes

La cabina está correctamente dimensionada siguiendo el Código técnico de la edificación para cumplir con los requisitos de accesibilidad. Esas dimensiones definen la carga nominal de cabina según la norma EN 81-1 y que condicionará el resto del diseño del ascensor.

GUIAS

Se eligen unas guías SAVERA T89/B que cumplen cercanas al límite las flechas admisibles.

Las guías de cabina están calculadas conforme a la normativa de ascensores eléctricos EN 81-1 y tienen una resistencia suficiente para soportar todas las reacciones y esfuerzos a los que se ven expuestas cumpliendo así con la seguridad necesaria para la instalación del ascensor.

AMORTIGUADORES

Se opta por instalar dos amortiguadores helicoidales de 210 mm de Diámetro exterior 30 mm de alambre y una altura total de 795 mm.

Al no poder diseñar a un precio asequible un solo amortiguador de cabina que cumpla con la norma, = hemos optado por la instalación de dos. Siendo éstos capaces de soportar las cargas que exige la norma.

CABLES Y POLEAS

Se definen para la instalación unos cables SEALE de alma textil de diámetro 8 para emplearse en poleas de 320mm de diámetro para las gargantas de las poleas de ángulo $\gamma = 25^\circ$ y un ángulo de desfondado $\beta = 80^\circ$.

Estos cables cumplen con todos los requisitos de tracción que nos exige la normativa EN 81 -1.

EL MOTOR

Se ha escogido un motor de la marca ACT que cumple con las especificaciones y necesidades de nuestro ascensor por un importe inferior

LA ESTRUCTURA

Se ha logrado diseñar una estructura autoportante compuesta por tubo estructural y que tras las simulaciones en ANSYS podemos confirmar como válida para la instalación de nuestro ascensor.

7. **CONCLUSIONES**

Hemos podido definir una guía para el diseño y el cálculo de ascensores para dotar de accesibilidad edificios ya construidos.

Son ascensores respetuosos con el medio ambiente dado que constan de un motor que no precisa de aceite, amortiguadores que tampoco precisan de aceite alguno.

El ascensor queda diseñado en los componentes mecánicos expuestos conforme a la norma EN 81-1 de aparatos elevadores eléctricos.

La estructura definida y cerrada en cristal es ligera visual y constructivamente, más rápida de levantar que un muro de ladrillo o unas paredes de hormigón.

8. **DESARROLLOS FUTUROS**

Fosos colgados

Podríamos definir y diseñar un pórtico para el caso en que se instalara el ascensor sobre un garaje. El pórtico habría de sostener la estructura que soportase el ascensor así como cumplir con los añadidos derivados del hecho de que bajo la proyección vertical del ascensor se encuentra un espacio transitable. Esos requisitos serían que el foso soportara 5000 N/m², que se dimensionase un pilar a terreno firme bajo el amortiguador de contrapeso o instalar paracaídas en contrapeso.

9. **BIBLIOGRAFÍA**

1. MUNDO ASCENSOR. La historia del ascensor.
www.afinidadelectrica.com/articulo.php?IdArticulo=125. [Consulta el 6 de Mayo de 2012].
2. EXCELSIOR S.A. Ascensores Gearless con/sin cuarto de máquinas.
www.ascensores-excelsior.com.
3. Catálogo Componentes MP ascensores
4. ThyssenKrupp S.L.U, Catálogo comercial del modelo de ascensor Synergy.
5. ThyssenKrupp S.L.U, Plano del modelo de ascensor Synergy.
6. Miravete, Antonio; Larradé Emilio. El libro del transporte vertical.
7. España. AENOR. Accesibilidad a los ascensores de personas, incluyendo personas con discapacidad. UNE-EN 81-70, 2004.
8. España. AENOR. Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores. UNE-EN_81-1=2001+A3, 2010.
9. España. AENOR. Anexo N: Evaluación del factor de seguridad de los cables de suspensión. UNE-EN_81-1=2001+A3, 2010.
10. España. AENOR. Capítulo 9.2: Relación entre el diámetro de poleas o tambores y el diámetro de los cables, amarres de los cables y cadenas. UNE-EN_81-1=2001+A3, 2010.
11. PFEIFER DRAKO. Catálogo de cables de suspensión del modelo DRAKO 300T.
12. España. AENOR. Capítulo 9.3: Tracción por adherencia de los cables. UNE-EN_81-1=2001+A3, 2010.
13. España. AENOR. Anexo M: Evaluación de la tracción. UNE-EN_81-1=2001+A3, 2010.
14. OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS ESPAÑA Publicación nº 2 284 356
15. PFEIFER DRAKO. Catálogo de cables.
16. España. AENOR. Capítulo 10.1: Disposiciones generales relativas a las guías. UNE-EN_81-1=2001+A3, 2010.
17. España. AENOR. Anexo G: Calculo de guías. UNE-EN_81-1=2001+A3, 2010.
18. España. AENOR. Capítulo 10.1.2: Esfuerzos y flechas admisibles. UNE-EN_81-1=2001+A3, 2010.
19. ISO. Measurement of lift ride quality ISO 18738.

20. España. AENOR. Capítulo 10.4: Carrera de los amortiguadores de cabina y contrapeso. UNE-EN_81-1=2001+A3, 2010.
21. España. AENOR. Anexo L: Carrera requerida de los amortiguadores. UNE-EN_81-1=2001+A3, 2010.
22. Catálogo de Guías T 89/B de la marca SAVERA
23. España. AENOR. Capítulo 10.3: Amortiguadores de Cabina y contrapeso .UNE-EN_81-1=2001+A3, 2010.
24. INE censo población y vivienda 2011 (INE 2013)
25. UNE EN 81-1 (Normativa de ascensores eléctricos)
26. UNE EN 81-2 (Normativa de ascensores hidráulicos)
27. UNE EN 81-21 (Normativa de ascensores en edificios construidos)
28. Código técnico de la edificación (CTE)
29. Norma de la Edificación
30. <http://www.thailiftparts.com/part3.html>
31. <http://www.controls.cl/pags/productos.php>
32. <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/ascensores.htm>
33. <http://www.mplifts.com/portal/web/guest/148>
34. <http://www.gervall.com/productos/esp/productos.htm>
35. Patente ES 2 284 356 A1 de la Oficina Española de Patentes
36. <http://www.stinglonline.de/main-menu/products/lift-buffers.html?L=1>
37. <http://www.indiamart.com/asianelevatorscontrol/elevator-accessories.html>
38. <http://www.elevatorequipment.co.uk/home/section-2-lift-equipment/hydraulic-oil-polyurethane-buffer-ranges/hydraulic-ob-hydraulic-oil-buffer-range/ob16-hydraulic-oil-buffer#JumpToOptionAnchor>
39. Documento PDF Colegio de Arquitectos de Galicia Pag C-3
40. <http://www.dwbliften.be/#!iets-meer-over-liften/c1f4j>

41. <http://www.sermecltda.com/hidraulica.html>
42. Normativa EN 81-1 Cap. 11.2.4
43. Apuntes Universidad Carlos III - Teoría resortes UC3M
44. INE censo población y vivienda 2011 - np775